

EIN SUPPLEMENT
ZU ALLEN
ASTRONOMISCHEN LEHRBÜCHERN.

Ueber die
Fixsterne im Allgemeinen
und die
Doppelsterne insbesondere.

Von

Dr. J. H. Mädler,

Kaiserl. Russischem Staatsrathe, Ritter des Russ. St. Annenordens und des Preussischen Rothen Adlerordens dritter Klasse, ordentlichem Professor der Astronomie und Director der Sternwarte zu Dorpat; correspondirendem Mitgliede der Königl. Bairischen Akademie der Wissenschaften zu München.

Nebst

einer Sternkarte.

(Aus der vierten Auflage von Mädler's populärer Astronomie besonders abgedruckt.)

BERLIN, 1849.

Verlag von Carl Heymann.



~~J. XI. 142.~~

Apr.
0 75.

Empfehlungswerthe Bücher aus **Carl Heymanns** Verlag.

Historischer und geographischer
ATLAS VON EUROPA.

Herausgegeben von

W. Fischer und **Major Dr. F. W. Streit.**

2 Bände in gr. 8. Nebst einem Atlas in gr. 4. enth. 82 col. Karten.
4 Thlr.

Schulz, Otto,
Lehrbuch der mathematischen Geographie.

Mit 3 Kupfert.

1 Thlr. 15 Sgr.

Kornick, Meier,
System der Zeitrechnung in chronol. Tabellen.

Eine vollständige Anleitung zur Kenntniss des Julianischen, Gregorianischen, Jüdischen und Muhamedanischen Kalenders. gr. Fol.

3 Thlr.

Desjardins, C.,
Geographisch-historischer Atlas von Europa,

oder

Darstellung der physischen und politischen Hauptverhältnisse der europäischen Halbinsel, als: der Meeres- und Strom-Gebiete, Gebirgs-Systeme, klimatischen Regionen, Naturproducte, der Völkerstämme nach ihrer Sprache und Religion, der politischen Eintheilung, wichtigsten polit. und industriell-commerciellen Kräfte, dann der historischen Hauptveränderungen und Schauplätze, berühmter Züge etc. in den wichtigsten Perioden der europäischen Geschichte von der ältesten bis auf die neueste Zeit.

Dem Unterricht der Jugend und dem Selbststudium gewidmet.

In 2 Abtheilungen. 12 Blatt Imperial-Format. Sauber illum.

8 Thlr.

Geographisch - historischer Schulatlas,

bearbeitet vom

Major Dr. **STREIT** und Andern.

Mit erklärendem Randtexte von einem praktischen Schulmanne.

Enthält 28 sauber in Kupfer gestochene, schön illuminirte Karten in
gr. fol. 2 $\frac{2}{3}$ Thlr. gebunden in Leinen 3 Thlr.

Mathematische Miscellen.

Ein Hülfsbuch für Lehrer und zum Selbstunterricht.

Auch unter dem Titel:

Monographie des binomischen Lehrsatzes.

Für Lehrer und zum Selbstunterricht

bearbeitet

von

Dr. F. W. Streit.

15 Sgr.

K a r t e

von

**West-Deutschland, Nord-Ost-Frankreich, Süd-Holland
und Belgien.**

16 Blatt. Royal-Folio.

Von

Oberst F. A. v. Witzleben.

Schwarz 6 Thlr. Illuminirt 6 Thlr. 20 Sgr.

Besteht aus folgenden Sectionen, von denen jede einzelne 15 Sgr.
kostet:

1. Titel.	2. Rotterdam.	3. Münster.	4. Braunschweig.
5. Lille.	6. Brüssel.	7. Aachen.	8. Frankfurt.
9. Paris.	10. Rheims.	11. Metz.	12. Stuttgart.
13. Orleans.	14. Troyes.	15. Strassburg.	16. Zürich.

Druck von J. Petsch in Berlin.

Ueber die

Fixsterne im Allgemeinen

und die

Doppelsterne insbesondere.

Von

Dr. J. H. Mädler,

Kaiserl. Russischem Staatsrathe, Ritter des Russ. St. Annenordens und des Preussischen Rothen Adlerordens dritter Klasse, ordentlichem Professor der Astronomie und Director der Sternwarte zu Dorpat; correspondirendem Mitgliede der Königl. Bairischen Akademie der Wissenschaften zu München.

Nebst

einer Sternkarte.



(Aus der vierten Auflage von Mädler's populärer Astronomie besonders abgedruckt.)

BERLIN, 1849.

Verlag von Carl Heymann.

Fixsterne im Allgemeinen

Ueber die

und die

Doppelsterne insbesondere.

Von

Dr. J. M. Müller.

Kais. Königl. Preuss. Sternwarte, Ritter des Königl. St. Annenordens und
des Preuss. Ordens der Ehre, ordentlichem Pro-
fessor der Astronomie und Director der Sternwarte zu Dorpat, cor-
respondirendem Mitgliede der Königl. Preuss. Akademie der
Wissenschaften zu München.

Nebst

einer Sternkarte.



(Aus der 7ten Auflage von Müller's populärer Astronomie besonders abgedruckt.)

BERLIN, 1849.

Verlag von Carl Heymann.

V o r w o r t.

Auf den Wunsch des Verlegers meiner populären Astronomie gebe ich hier die beiden auf dem Titel genannten Abschnitte desselben als selbstständige Abhandlung. Einerseits gebot eine billige Rücksicht auf die zahlreichen Besitzer der früheren Auflagen, zwei der wichtigsten Kapitel des ganzen Buches, die gegenwärtig nicht etwa nur wie die übrigen in einer verbesserten und theilweis umgeänderten Form erscheinen, sondern nach Inhalt und Fassung völlig neugestaltet sind, ihnen zu übergeben ohne sie zum erneuerten Ankauf des ganzen zu nöthigen; andererseits aber haben die neuen Resultate, welche hier zur Sprache kommen, das allgemeinste Interesse im hohen Grade erregt selbst bei solchen, denen die Astronomie sonst sehr fern steht. Von Seiten des Verfassers sind diese Abschnitte in ihrer gegenwärtigen Form das Ergebniss mehr als siebenjähriger beharrlich fortgesetzter Forschungen; dals aber schon die Gegenwart die Früchte dieser Forschungen erblickt, verdankt er gleichwohl nur den über ein Jahrhundert sich erstreckenden, höchst umfangreichen und gediegenen Arbeiten verstorbener wie noch lebender Astronomen. Denn den Aufgaben gegenüber, welche uns in der Fixsternwelt vorgelegt sind, erscheinen auch die umfassendsten Leistungen des Einzelnen, isolirt genommen, als ein verschwindendes Minimum. Jahrtausende werden vergehen, und noch immer werden wichtige Fragen unerörtert geblieben sein, auch wenn in der ganzen Zwischenzeit kein einziges Welter-

eigniss den Fortschritt der Wissenschaften in Frage gestellt haben sollte.

Kann demnach das, was dem Verfasser zu erforschen gelang, in objectivem Sinne für nichts weniger als einen Abschluß gelten, da es vielmehr nur der erste Schritt auf einem der Wissenschaft neu eröffneten, unermesslichen Felde sein kann, so ist doch subjectiv gleichsam ein Ruhepunkt gewonnen und die Möglichkeit einer bestimmten Beziehung für äußerst zahlreiche aber bisher isolirte Thatsachen geboten. Die erste Sorge des Verfassers mußte demnach sein, der wissenschaftlichen Welt eine genaue und ausführliche Rechenschaft über diese Resultate zu geben. Ohne eine solche war keine Prüfung möglich, und ohne die strengste Prüfung keine Anerkennung zu erwarten. Die im Sommer 1846 in zwei Auflagen erschienene „Centralsonne“ bildete nur gleichsam das Programm der gröfseren Arbeit, die unter dem Titel Untersuchungen über die Fixsternsysteme (Leipzig und Mitau bei G. Reyher) diese Rechenschaftslegung enthält. Die Partialsysteme (Doppel- und vielfacher Sterne) bilden den ersten, das allgemeine Fixsternsystem den zweiten Theil. Es war diese Folge nicht allein historisch dem Gange meiner Forschungen entsprechend, sondern auch die wissenschaftliche Begründung nur dann in systematischer Weise möglich, wenn die aus der Betrachtung des Einzelnen und Besondern gewonnenen Schlüsse dem als ein völlig Neues sich darstellenden allgemeinen System zum Grunde gelegt werden sollten.

In der gegenwärtigen, allgemeinerer Belehrung gewidmeten Abhandlung würde es jedoch nicht zweckmäfsig gewesen sein bei dieser synthetischen Behandlungsweise stehen zu bleiben. Fixsterne lernen wir kennen,

bevor wir vom Doppelsterne etwas erfahren; und das was in beiden Beziehungen als populäre Darstellung geboten werden kann, ordnet sich naturgemäfs in der hier gewählten Aufeinanderfolge.

Wenn nun schon sowohl die Ordnung des Ganzen, und eben so die Fassung des Einzelnen hier wesentlich anders sich gestaltet als in dem erwähnten gröfsern Werke, so ist doch von den wesentlichen Resultaten desselben in gegenwärtiger Abhandlung keines übergangen. Man wird den Thatbestand dessen, was ich als Resultat meiner Untersuchung gebe, hier vollständig finden, man wird eben so wenig eine Darstellung des Ganges derselben vermissen. Nur die speciellen Beläge und eigentlich wissenschaftlichen Erörterungen, so wie das nähere Detail der Rechnungen wird man hier nicht suchen wollen.

Man wird hoffentlich nicht verkennen, dafs ich möglichste Gemeinverständlichkeit, wie im ganzen Werke so auch ganz besonders hier, mir zum Ziele setzte. Aber der Gegenstand selbst hat grofse sachliche Schwierigkeiten, welche es wenigstens für die Gegenwart unmöglich machen dürfte, sie als etwas leicht Verständliches im eigentlichen Sinne des Wortes zu geben. Wenn der Recensent meiner „Centralsonne“ in Gersdorf's Repertorium der Literatur für 1847 meiner Darstellung eine grössere Fafslichkeit wünscht, so kann ich ihm in diesem Wunsche Niemand bereitwilliger beistimmen als der Verfasser selbst. Aber mit piis desideriis, wenn auch noch so ernstlich gemeint, ist es wahrlich nicht gethan. Möge gleichwohl dieses offne Eingeständniss Niemanden abschrecken von dem Versuche, sich den eigentlichen Sachverhalt deutlich zu machen und im Allgemeinen wenigstens ein selbstständiges Urtheil zu

bilden. Es kommt hauptsächlich darauf an, daß man körperliche Raumverhältnisse sich klar versinnliche.

Der von den Doppelsternen handelnde Abschnitt hat ebenfalls eine neue Gestalt gewonnen; wiewol die Grundlage hier keine so gänzliche Veränderung erfahren hat. Der hauptsächlichste Unterschied im Vergleich mit der früheren Darstellung dürfte darin bestehen, daß jetzt vieles von dem, was dort als Erwartung ausgesprochen war, seine Erfüllung gefunden hat. Statt 58 Doppelsterne mit nachweisbarer Bewegung, die Struve vor 10 Jahren aufführte, können jetzt über 500 als solche bezeichnet werden; und die Vermuthung, daß das Newtonsche Attraktionsgesetz auch in den Fixsternräumen walte, ist jetzt eine Gewissheit. Fast alle die Gesammtheit der Doppelsterne betreffenden Hauptthatsachen stehen fest; und eine bestimmte Erklärung tritt häufig an die Stelle der mancherlei Möglichkeiten, die man früher einzeln aufführen und gegenseitig abwägen mußte.

Der Nebelflecke (im zehnten Abschnitte des Hauptwerkes) geschieht hier keine Erwähnung. Hier kann nur Weniges dem Früheren hinzugefügt, neue Gesichtspunkte aber zur Zeit noch nicht eröffnet werden. Möglich daß nach Decennien eine reichere Ernte gehalten, und der Forschung auch hierin neue Bahnen eröffnet sind.

Schließlich noch die Versicherung, daß wenn bei etwaniger künftiger Auflage andre Abschnitte des Werkes eine ähnliche totale Umgestaltung, wie jetzt die beiden vorliegenden, nöthig machen sollten, in ähnlicher Weise wie gegenwärtig durch besondere Abdrücke den billigen Ansprüchen der früheren Käufer genügt werden wird.

Dorpat 1849.

Dr. J. H. Mädler.

Die Fixsterne *).

§. 1.

Wir haben bereits in der Einleitung zur populären Astronomie im Allgemeinen die Merkmale angegeben, welche den Fixsternen zukommen, und können jetzt, da wir die zu unserem Sonnensysteme

*) Diesen Abschnitt, als den gegenwärtig wichtigsten des ganzen Werkes, hier in einer durchaus neuen und von den früheren Auflagen gänzlich abweichenden Form dargestellt zu finden, wird Niemanden befremden. Der Gesichtspunkt, aus dem jetzt das Ganze aufzufassen ist, hebt zwar nicht eine einzige der früher bekannten Thatsachen auf, und fordert eben so wenig neue Naturgesetze; gleichwohl ist er ein von dem früheren wesentlich verschiedener. Die Fassung, welche ich ihm hier gegeben, möge für sich selbst sprechen; die öffentliche Stimme wird entscheiden, ob und wie weit mir die schwierige Aufgabe gelungen sei, einen so durchaus neuen und combinirten Gegenstand allgemein fasslich darzustellen. Was dagegen den vollständigen Beweis betrifft, so wird diesen Niemand hier suchen wollen; ich habe an geeigneten Orten mich auf meine grössere Schrift „Untersuchungen über die Fixsternsysteme“ bezogen.

Von mehreren Seiten ist meine „Centralsonne“ zwar nicht angegriffen, aber darauf hingedeutet worden, dass ich früher und namentlich auch in diesem Werke mich selbst gegen eine solche ausgesprochen habe. So wenig ich nun auch jemals Bedenken tragen würde, es offen einzugestehen, wenn eine durch weitere Forschung erlangte bessere Einsicht in irgend einem Punkte meinen früheren Aeusserungen entgegen steht, oder sie doch wesentlich umgestaltet, so glaube ich doch kaum, hier in einem solchen Falle zu sein. Gegen eine Centralsonne, wie man sie bisher

gehörenden Körper näher betrachtet haben, manchen Unterschied zwischen diesen und den Fixsternen schärfer bestimmen.

Dem blossen Auge erscheinen beide Arten von Körpern als strahlende Punkte; indess merkt man doch auch ohne künstliche Hilfsmittel leicht einen Unterschied in Bezug auf dieses Strahlenwerfen. Namentlich sieht man in heiteren Winternächten die Fixsterne weit mehr funkeln (im Auge hin und her zittern), als die gleichwohl meistens helleren Planeten, die ruhiger glänzen. Auch wird man die wenigen mit blossen Auge deutlich sichtbaren Planeten sehr bald an ihrem eigenthümlichen Verhalten, z. B. ihrer Farbe unterscheiden, und eine schon nach wenigen Abenden merkliche eigene Bewegung wird sich nur an den Planeten zeigen. So wird Jeder, der auch nur einige Male den Himmel aufmerksam betrachtete, sehr bald nicht mehr in Zweifel sein, ob er einen Fixstern oder Planeten vor sich habe.

Betrachtet man dagegen den Himmel mit hinreichend starken Ferngläsern, so werden sich bald bei den älteren Planeten Durchmesser zeigen, die Fixsterne dagegen bleiben auch in der allerstärksten Vergrösserung stets Punkte, die nur durch stärkeren oder schwächeren Glanz, so wie einigermaassen durch Farbe, unterschieden sind. Nur die neun kleinen telesko-

sich dachte, erkläre ich mich noch heut, und mit noch besseren Gründen als früher; denn das, was ich an ihre Stelle setze und mit diesem Namen auch bezeichnen zu müssen geglaubt habe, ist etwas von der bisherigen Annahme wesentlich Verschiedenes. Die Sonne ist absolute Königin ihres Systems; nichts kommt ihr, weder qualitativ noch quantitativ, gleich oder nahe in ihrem ganzen Gebiete: Alcyone ist höchstens nur prima inter pares in der freien Fixstern-Republik. Früher stellte ich mehrere Möglichkeiten einander gegenüber, gab nach dem damaligen Stande der Sache Gründe und Gegengründe für jede derselben an, und erklärte mich zuletzt dahin, dass ein gleichsam absoluter Centralkörper, der dem Fixsternsysteme das sei, was die Sonne ihren Planeten ist, wahrscheinlich aufzugeben sei. Heut nun sage ich: er ist ganz gewiss aufzugeben; er ist unmöglich und nicht blos unwahrscheinlich. Darin allein besteht die Abweichung von meiner früheren Ansicht.

pischen Planeten könnte man also möglicher Weise noch mit Fixsternen verwechseln, und in der Nähe mondenbegleiteter Wandelsterne ist auf den ersten Blick ein Zweifel möglich, ob man einen Fixstern oder den Trabanten eines Hauptplaneten vor Augen habe, da letzterer ebenfalls keinen, oder doch nur einen sehr geringen und schwer wahrnehmbaren, Durchmesser zeigt.

Der Name Fixstern indess, der diesen Körpern wegen ihrer relativen Unbeweglichkeit gegeben wurde, kann nicht mehr der Strenge nach gültig sein, da sie, wie wir sehen werden, in der That eigene Bewegungen zeigen, nur dass diese für unseren Anblick millionenmal langsamer sind, als die eigenen Bewegungen der Planeten, woher es im Alterthum ganz unmöglich war, von ihrer Existenz durch die Beobachtungen etwas zu wissen. — Die erste Vermuthung einer Eigenbewegung der Fixsterne rührt von *Edmund Halley* im Anfange des 18. Jahrhunderts her. Er fand für 3 Sterne, *Arcturus*, *Aldebaran*, *Sirius*, die Unterschiede zwischen *Hipparch* (200 v. Chr.) und *Flamsteed* (1700 n. Chr.) zu stark, um einem von beiden als Beobachtungsfehler zugeschrieben zu werden, und schloss hieraus, dass diese 3 Sterne eine eigene und zwar nach Süden gerichtete Bewegung zeigten. — Die Folgezeit hat diese Vermuthung bestätigt.

§. 2.

Der wesentliche innere Unterschied besteht jedoch nicht in diesen mehr oder minder zufälligen Merkmalen, sondern darin, dass die Fixsterne mit eigenem Lichte leuchten und weit außerhalb des Bereichs der vorherrschenden Wirksamkeit unserer Sonne stehen. Sie sind also selbst Sonnen, d. h. sie sind ebenso selbstständige Körper als diese und leuchten mit einem Lichte, das seiner Natur nach unserem Sonnenlichte ähnlich, nur freilich für uns weit schwächer ist. Möglicherweise bewegen sich auch dunkle Körper um sie, doch darf man dies nicht als unbedingt annehmen. Wie es mondlose Planeten neben mondenbegleiteten

giebt, so kann es auch planetenlose Sonnen neben solchen geben, zu denen ein System dunkler Körper gehört. Wie nicht blos Planeten, sondern auch Kometen, Sternschnuppen und vielleicht noch andere Körper um unsere Sonne laufen, wie Saturn ausser seinen Monden noch ein System von Ringen hat, wozu sich kein ähnliches Beispiel bei anderen Planeten findet, so kann auch um die Fixsterne mancher Körper kreisen, für den wir keine Kategorie besitzen, und bei der ungeheuer grossen Zahl dieser Sonnen lässt sich fast mit Gewissheit annehmen, dass die Mannichfaltigkeit der Natur sich hier vorzugsweise bewährt haben werde. Wenigstens lässt sich schon nach den geringen und fragmentarischen Daten, die uns vorliegen, die Meinung derer vollständig widerlegen, die eine allgemeine Conformität der Grösse und der Beziehungen zu anderen Weltkörpern für die Sonne und die Fixsterne annehmen.

Wir sind jetzt hinreichend belehrt, dass wir keinen dunklen Begleiter irgend eines Fixsterns, sei ersterer auch noch so gross, jemals erblicken werden; wenn wir demnach einen Satelliten wahrnehmen, der eine Bewegung um einen Fixstern zeigt, so muss dieser Satellit selbstleuchtend, mithin gleichfalls eine Sonne sein. Hierüber ein Mehreres in dem von den Doppelsternen handelnden Abschnitte.

Es kann noch hinzugefügt werden, dass Fixsterne, die nicht zu den teleskopischen gehören — und in sehr starken Ferngläsern unter günstigen Umständen selbst noch einige von diesen letzteren — am Tage beobachtet werden können, wenn man das Auge hinreichend bewaffnet, dass dagegen bei Planeten dies grosse Schwierigkeit hat und die Scheibe der letzteren alsdann beträchtlich bleich und völlig glanzlos erscheint, während der Fixstern sich als scharfer weisser Punkt und, wenn er sonst hell genug ist, auch mit lebhaftem Glanze zeigt.

§. 3.

Man gruppirt die Fixsterne nach Sternbildern, ordnet sie nach Grössenklassen, bezeichnet sie durch eigene

Namen, Buchstaben oder auch Zahlen, und bestimmt durch geeignete Hülfsmittel ihren Ort am Himmel, so wie ihre sonstigen Eigenthümlichkeiten, wenn sich deren zeigen. Ihre wahre Grösse ist uns unerforschlich, eben so ihre Entfernung, wenn man einige wenige ausnimmt, deren Abstand von unserer Sonne man in neuester Zeit annähernd bestimmt hat.

Die Gruppen (Sternbilder) sind zum Theil uralt, wie aus sehr frühen Erwähnungen derselben (z. B. im Homer und Hiob), aus alten Globen und Thierkreisbildern (wie dem von Denderah) und aus ihren eigenthümlichen Namen und Attributen hervorgeht, die fast sämmtlich der ältesten Mythologie angehören. Indess gruppirt man anfangs nicht alle Sterne auf diese Weise, und noch weniger dachte man daran, den ganzen Himmel einzugrenzen und einzutheilen. Nur die am meisten sich hervorhebenden Gruppen und Sternfiguren wählten die Alten für ihre Bilder, und so blieben, besonders in den südlicheren Gegenden, die in den classischen Ländern der alten Welt weniger gut beobachtet werden konnten, noch manche Räume leer, welche die Neueren nach und nach ausgefüllt und benannt haben, so dass gegenwärtig kein neues Sternbild mehr eingeführt werden kann, ohne ein anderes bereits bestehendes in engere Grenzen einzuschliessen.

Ausser den zwölf Thierkreis - Bildern : Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische, hatten die Alten zwischen diesen und dem Nordpol folgende Bilder eingeführt:

Adler, (Antinous) *), Schwan, Leyer, Herkules, Ophiuchus, Schlange, Krone, Bootes, (Haar der Berenice), Fuhrmann, Cassiopeja, Cepheus, Andromeda, Perseus mit dem Haupte der Me-

*) Die beiden Sternbilder Antinous und Haar der Berenice gehören dem späteren Alterthume an und verrathen schon deutlich eine Zeit, welche des alten Prinzips uneingedenk, sich durch höfische Schmeichelei bestimmen liess. . .

dusa, der grosse Bär, der kleine Bär, Drache, Triangel, Pegasus, kleines Pferd, Pfeil, Delphin.

Zwischen dem Thierkreise und dem Südpole zählten sie dagegen folgende:

Wallfisch, Orion, Hase, Eridanusfluss, grosser Hund, kleiner Hund, Schiff, Argo, Wasserschlange, Becher, Rabe, Centaur, Wolf südlicher Fisch, Altar, südliche Krone.

Eine etwa gleich grosse Anzahl von Sternbildern haben nun die Neueren hinzugefügt. *Hevel* in seinem Fixstern-Catalog führte den kleinen Triangel, den Luchs, den kleinen Löwen, das Kamelopard, die Jagdhunde Asterion und Chara, den Fuchs mit der Gans, das Sobieski'sche Schild, das Einhorn, die Taube und den Sextanten ein. *Poczobut* führte den Poniatowski'schen Stier, *Kirch* den Brandenburgischen Scepter, *Bode* das Sternbild Friedrichsehre, *Flamsteed* das Herz Carl's am Himmel ein, um das Andenken berühmter Monarchen zu verewigen. *Le Monnier* setzte das Rennthier an den Himmel zum Andenken der Gradmessung in Lappland, *Lalande* führte den Erntehüter (Custos Messium) ein, um *Messier*, den Entdecker der meisten Kometen, am Himmel zu verewigen. Die meisten neuen Sternbilder aber hat *Lacaille* am südlichen Himmel eingeführt, wo auch noch der freieste Raum sich vorfand, da die Alten über den Horizont von Rom und Alexandrien hinaus nur zwei helle Sterne, Canopus und Achernar, kannten, und die weiten den Südpol umgebenden Regionen noch fast ganz neu zu erforschen und zu benennen waren. Er verewigte besonders die neueren Entdeckungen und Erfindungen, und so kann man den südlichen Himmel den artistisch-wissenschaftlichen nennen, während der nördliche, so wie die den Aequator umgebende Mittelzone, als mythologischer Himmel bezeichnet werden können.

Die Sternbilder *Lacaille's* sind: die Bildhauerwerkstatt, der Phönix, der Toucan, die Pendeluhr, die kleine Wasserschlange, das rhomboidische Netz, der Grabstichel, die Malerstaffelei, der Schwertfisch, der Tafelberg, der fliegende Fisch, das Chamäleon,

die südliche Fliege, das südliche Kreuz, der Zirkel, der südliche Triangel, das Winkelmaass mit dem Lineal, das Teleskop, der Paradiesvogel, der Pfau, der Octant, das Mikroskop, der Indianer, der Kranich, der Compass, die Luftpumpe, der chemische Ofen, die Buchdruckerwerkstatt. *)

§. 4.

In den ersten Zeiten nach Wiedererweckung der Astronomie in Europa hat man noch manche andere Benennungen versucht. So setzte im Anfange des 17. Jahrhunderts *Schiller* die Apostel, Patriarchen, Propheten und Kirchenheiligen an den Himmel, wobei z. B. die 12 Apostel an die Stelle der 12 Thierkreisbilder traten. Wenn überhaupt groteske und wunderliche Benennungen, monströse Zeichen und gekünstelte Eintheilungen, die Wissenschaft zu fördern geeignet wären, so hätten jene Zeiten sie bedeutend fördern müssen. — Mehrmals ist schon der Vorschlag gemacht worden, das ganze Sternbilderwesen abzuschaffen und eine nach Zonen, Längengraden oder Stunden der Rectascension planmässig geordnete Eintheilung an dessen Stelle zu setzen. Indess dürfte manches nicht unbegründete Bedenken dagegen geltend gemacht werden können, und eine Vereinfachung, schärfere Bestimmung und bessere Abrundung der Grenzen, so wie endlich auf den Karten die Weglassung der eigentlichen Bilder (zumal in vollständiger Ausführung), dasjenige sein, was als wünschenswerth zu bezeichnen, und von dessen

*) In einem bald nach dem Tode des Verfassers erschienenen Aufsätze von *Olbers* in *Schumacher's* astronomischem Jahrbuche „über die neuen Sternbilder“ giebt dieser hochverdiente Forscher eine historische Uebersicht derselben, rügt das Geschmacklose und Unpassende der meisten dieser Benennungen und schliesst mit dem Vorschlage, alle, welche nach *Hevel* und *Flamsteed* eingeführt worden, wieder abzuschaffen. Da keine Stimme sich gegen einen so wohlbegründeten Vorschlag erhob, und *Argelander* in seiner neuen Uranometrie den Anfang mit der Ausführung desselben gemacht hat, so dürfte zu hoffen sein, dass nicht allein jene seltsamen Sternbilder wieder abgeschafft, sondern auch die abermalige Einführung neuer vermieden werde.

Einführung keine neue Verwirrung zu erwarten ist. Die besseren Karten der neueren Zeit geben die Figuren gar nicht, oder doch nur in ganz leichten Umrissen, übrigens nur ihre Grenzen und Namen, und die Karten der Berliner Akademie haben auch selbst diese weggelassen.

§. 5.

Der Eintheilung der Sterne nach Grössenklassen liegt dagegen ein reelles Naturverhältniss zum Grunde. Unter Grösse ist nämlich hier durchaus nur der Glanz zu verstehen, und man nimmt also Sterne der ersten, zweiten u. s. w. Grösse an. Die ganze Eintheilung beruht bis jetzt auf Schätzung, da eine wirkliche Messung des Lichtglanzes noch grosse Schwierigkeiten hat. Indem nun jeder Astronom nach seinem individuellen Ermessen die Klassen feststellt, kann es nicht fehlen, dass verschiedene Beobachter auch die Grössen, besonders der schwächeren Sterne, verschieden schätzen. Bei den mit blossem Auge sichtbaren (den sechs ersten Klassen) findet grösstentheils noch eine Art conventioneller Uebereinkunft statt, bei den teleskopischen hingegen, deren Zahl zu gross ist, als dass irgend ein Katalog oder Karte sie fassen könnte, ist eine solche unzureichend. So bezeichnet *Herschel II.* als 18te bis 20ste Grösse, was *Struve* als 12te bis 13te setzt.

Man zählt 18 Sterne der ersten Grösse, 55 der zweiten, 197 der dritten u. s. w., überhaupt in jeder folgenden Klasse $3 - 3\frac{1}{2}$ mal so viel, als in der nächst vorhergehenden. Etwa 5000 Sterne des ganzen Himmels mögen dem blossen Auge unter günstigen Umständen sichtbar sein. Denn dass Einzelne auch noch einen oder den anderen auf die 7te Grösse geschätzten Stern erblickt haben, muss einer besonderen Virtuosität des Auges zugeschrieben werden, eben so wie das Sehen der Sterne am Tage. Dagegen geht die Zahl derer, die das hinreichend bewaffnete Auge wahrnehmen kann, weit über eine Million.

Auch Zwischenklassen hat man eingeführt, doch sagt man gewöhnlich nicht 2 $\frac{1}{2}$ te, 4 $\frac{1}{2}$ te u. s. w., sondern man bezeich-

net ersteres durch (2 . 3), letzteres durch (4 . 5). Bei *Struve* kommen auch Zehntel der Differenzen vor, z. B. 7^m,8; 5^m,3 u. s. w., so dass zehn Abstufungen zwischen je zweien um eine ganze Einheit verschiedenen Grössenklassen gedacht werden müssen. Indess sind dies nicht einzelne Schätzungen, denn diese können nicht wohl weiter als auf Halbe gehen, sondern arithmetische Mittel aus mehreren, zu verschiedenen Zeiten gemachten, Schätzungen eines und desselben Sternes.

In neueren Zeiten hat *Steinheil*, dem die Naturwissenschaften so viele schöne Entdeckungen verdanken, auch ein Photometer (Lichtmesser) angegeben, durch welches die Lichtmengen, die von einem Fixstern zur Erde gelangen, direct gemessen werden können, und *Seidel* hat mit diesem Instrumente im Jahre 1846 eine Reihe von Messungen veröffentlicht, durch welche die in unseren nördlichen Breiten hinreichend deutlich erscheinenden Sterne erster Grösse durch folgende Lichtquantitäten, bei denen die Helligkeit der Wega = 1 gesetzt ist, bestimmt werden.

Sirius	= 5,13
Rigel	1,30
Wega	1,00
Arcturus	0,84
Capella	0,83
Procyon	0,71
Spica	0,49
Athair	0,40
Aldebaran	0,36
Deneb	0,35
Regulus	0,34
Pollux	0,30

Beteigeuze (α Orion) fehlt in dieser Reihe, da er veränderlich ist; auch bei Rigel glaubt *Seidel*, dass sein Glanz im Zunehmen sei.

Durch Vergleichen der Wega mit Mars und Jupiter (für welche Planeten er die Oppositionen von 1845 wählte) fand

Seidel, dass Mars 6,80 und Jupiter 8,50 habe. Nimmt man an, dass Mars $\frac{1}{7}$ des von der Sonne empfangenen Lichtes zurückwirft (dieselbe Quantität, wie nach *Lambert's* Versuchen die Erde), so ergiebt die Rechnung, dass die Sonne uns 40000 Mill. mal heller glänze als Wega, oder mit anderen Worten, dass sie in 200000 mal grösserer Entfernung mit diesem Fixsterne gleichen Glanz zeigen würde.

§. 6.

Was die Namen, Buchstaben und Zahlen der Sterne betrifft, so rühren die ersten zum Theil schon von den Alten her, wie Arcturus, Regulus, Sirius u. a. m. Eine beträchtliche Anzahl ist von den Arabern benannt worden, und einige dieser Namen sind — zum Theil neben den alten lateinischen oder griechischen — auch bei uns in Gebrauch, z. B. Deneb, Mesarthim, Azimech (Spica), Beteigeuze u. a. m. Indess ist die Anzahl der einzelnen Sterne viel zu gross, um für jeden Stern einen Namen zulässig zu machen. Deshalb haben die Astronomen seit *Bayer* und *Doppelmayer* die Sterne, in jedem einzelnen Sternbilde besonders, durch griechische oder lateinische Buchstaben bezeichnet, denen folglich jedesmal das Sternbild, zu welchem sie gehören, hinzugefügt werden muss, z. B. β Tauri, ρ Ophiuchi. Dabei hat man durch die alphabetische Folge zugleich die Abstufung der Helligkeit anzudeuten versucht, weshalb die Sterne erster Grösse gewöhnlich mit α bezeichnet sind.

Da indess auch dies bei weitem nicht ausreichte, selbst wenn man nur alle mit blossen Auge sichtbaren Sterne hätte bezeichnen wollen, so hat man endlich eine Bezifferung gewählt, wo abermals jedes Sternbild besonders zählt und die Aufeinanderfolge der Zahlen die der geraden Aufsteigung ist. Auf diese Weise ist es wenigstens möglich, alle in die Cataloge eingetragenen Sterne zu unterscheiden; die bei weitem grösste Anzahl der telescopischen Sterne entbehrt aber auch dieses letztere Auskunftsmittel, und nur die Rectascension und Declination

selbst, oder in einigen besonderen Fällen die Stellung gegen grössere Sterne, bezeichnet sie für das Wiedererkennen.

Jeder durch einen eigenen Namen ausgezeichnete Stern hat zugleich einen Buchstaben und eine Zahl, und jeder durch einen Buchstaben bemerkte eine Zahl, so dass die letztere Bezeichnung eigentlich ausreichte. Nur das bequemere und leichtere Behalten wird durch die beiden ersteren Bezeichnungen besser befördert.

§. 7.

Die Fixsterne erster Grösse sind folgende:

1) Nördlich vom Aequator.

Wega oder α der Leyer.

Capella = α des Fuhrmanns.

Arcturus = α des Bootes.

Aldebaran = α des Stiers.

Beteigeuze = α des Orion.

Regulus = α des Löwen.

Atair = α des Adlers.

Deneb = α des Schwans (1. 2).

Procyon = α des kleinen Hundes.

Auch Algenib = α des Perseus, Sirrah = α der Andromeda, und Denebola = β des Löwen werden von Einigen zu den Sternen 1. Grösse gezählt, während Deneb häufig nur als 2. Grösse vorkommt.

2) Südlich vom Aequator, aber noch unter dem 50° N. Breite sichtbar.

Sirius = α des grossen Hundes (der hellste Fixstern).

Rigel = β des Orion.

Spica = α der Jungfrau.

Antares = α des Scorpions.

Fomalhaut = α des südlichen Fisches.

3) Unsichtbar für die oben angegebene Grenze.

Canopus = α des Schiffes Argo.

Achernar = α des Flusses Eridanus.

α des Centauren.

α des südlichen Kreuzes.

In den alten Sternkarten findet sich auch Alphard = α der Wasserschlange als Stern 1. Grösse, den man jetzt kaum noch zur 2ten zählen kann, wogegen α des Adlers als Stern 2ter Grösse sich vorfindet, der jetzt ganz entschieden 1. Grösse ist. Ueber die verhältnissmässigen Grössen der Sterne in der südlichen Hemisphäre, besonders in dem Theile, den das mittlere Europa nicht mehr wahrnimmt, haben wir werthvolle Beiträge von *Herschel II.* und *Humboldt* erhalten.

Auch die Sterne der 2. und 3. Grösse sind fast ganz gleich über beide Halbkugeln vertheilt. Gleichwohl findet zwischen beiden der wesentliche Unterschied statt, dass, während auf der nördlichen Halbkugel beiläufig alle Gegenden gleich reichlich mit grösseren Sternen versehen sind, in der südlichen sie mehr in Massen zusammentreten und verhältnissmässig sternleere Regionen zwischen sich lassen, weshalb der südliche Himmel einen schöneren Anblick gewährt, als der nördliche. Sehr interessante Untersuchungen über die Vertheilung der Sterne nach Grössenklassen finden sich in *Struve's* Einleitung zu *Weisse's* Reduction der Bessel'schen Zonen. Wenn erst eine Vergleichung, wie sie hier für den 4. Theil des Firmaments ($+15^\circ$ bis -15° Declination) durchgeführt ist, über den ganzen Himmel gegeben werden kann, so sind wichtige Resultate über Gestaltung, Grösse und Sternenfülle unserer Fixsternwelt zu erwarten.

§. 8.

Schon das Alterthum besass Himmelsgloben und Himmelskarten, und Einiges von denselben hat sich bis auf unsere Zeiten herübergerettet; eben so haben die Araber in ihrer Blüthenzeit Arbeiten dieser Art geliefert. In Europa wurden sie nach Wiedererweckung der Wissenschaften in grosser Zahl und nach den verschiedensten Maassstäben angefertigt. Die Sternen-

Cataloge, d. h. Verzeichnisse der geraden Aufsteigung und Abweichung, oder auch der Länge und Breite der Sterne, lagen diesen graphischen Werken zum Grunde.

Flamsteed's British Catalogue war der erste umfassendere und mit einiger Genauigkeit angefertigte; *Hevel's* schon 50 Jahre früher bearbeiteter ist nie in eigentlichen Gebrauch gekommen und war auch sehr mangelhaft. Die schönen und zahlreichen Beobachtungen *O. Römer's*, im Anfange des 18. Jahrhunderts zu Copenhagen angestellt, sind leider im Manuscript bei einem grossen Brande verloren gegangen bis auf die 4 Tage, welche sich in besonderer Abschrift erhalten haben. In der Mitte und gegen Ende des 18. Jahrhunderts gewannen die Beobachtungen sehr an Schärfe und wurden, namentlich von *Bradley*, *Maskelyne* und *Lalande*, viele Jahre hindurch mit grossem Fleisse angestellt; in Deutschland bearbeitete zugleich *Tobias Mayer* seinen Catalog nach eigenen Beobachtungen. *Lalande's* Histoire céleste, der *Piazzi'sche* Catalog und *Wollaston's* Sternverzeichniss waren die hauptsächlichsten Arbeiten dieser Art, welche das Ende des 18. und den Anfang des 19. Jahrhunderts bezeichnen. In den letzten Jahrzehenden sind vor Allem *Bessel's* Arbeiten als die umfassendsten und genauesten zu bezeichnen. *Pond* und *Brinkley* lieferten gleichzeitig sehr scharfe Beobachtungen der sogenannten Fundamentalsterne, einzelner aus der grossen Masse ausgewählter Fixsterne, die man sehr oft und mit möglichster Sorgfalt beobachtet, um an ihnen sichere Vergleichungspunkte für die übrigen zu gewinnen. *Weisse* in Krakau hat den grössten Theil der *Bessel'schen* Beobachtungen (über 30000 zwischen $+15^{\circ}$ und -15° Decl. liegende Sterne) genau reducirt und die Reduction des anderen Theiles der *Besselschen* Sterne zwischen $+15^{\circ}$ und $+45^{\circ}$ bereits begonnen. *Argelander* und *Wrottesley* haben ebenfalls sehr genaue Cataloge, aber nur über eine mässige Anzahl von Sternen sich erstreckend, nach eigenen Beobachtungen gegeben, wie wir denn fast auf jeder grösseren Sternwarte einzelne Beiträge zur genaueren Bestimmung der Fixsternörter erhalten haben. Zwei der neuesten Unternehmungen sind *Rümker's* Catalog von

12000 teleskopischen Fixsternen, beobachtet auf der Hamburger Sternwarte, und *Argelander's* Zonenbeobachtungen der Sterne von $+45$ bis $+80^{\circ}$ nördlicher Declination, zu Bonn auf der provisorischen Sternwarte (während des Baues der grösseren) angestellt. Dadurch sind Karten möglich geworden, die alle früheren weit hinter sich zurücklassen, und unter denen vorzüglich die Harding'schen (120000 Sterne auf 27 sehr grossen Blättern enthaltend) und die noch nicht beendeten der Berliner Academie zu bemerken sind.

Für den blossen Liebhaber, der sich eine übersichtliche Kenntniss des Firmaments verschaffen will, sind *Bode's* und *Littrow's* Arbeiten von grossem Nutzen. Ersterer hat auch Globen unter seiner Leitung anfertigen lassen.

Da in Folge der Präcession alle Rectascensionen und Declinationen fortlaufenden Veränderungen unterworfen sind, so werden alle Cataloge, Karten und Globen nur für einen bestimmten Zeitpunkt richtig und unmittelbar gültig sein können. Um erstere auch für andere Zeiten brauchbar zu machen, fügt man den jährlichen Betrag der durch die Präcession bewirkten Veränderungen den einzelnen Angaben für jeden Stern besonders hinzu. Für den Gebrauch des Astronomen muss ausserdem noch die Aberration, Nutation und etwaige eigene Bewegung des Fixsterns in Betracht gezogen werden.

§. 9.

Die Fixsterne zeigen auch verschiedene Farben, wiewohl das blosse Auge nur wenig davon wahrnimmt. Dass alle Sterne, wenn sie dem Horizont nahe kommen, in röthlichen und anderen Farben spielen, hat seinen Grund in den Dünsten unserer Atmosphäre und gehört nicht hierher. Bestimmter lässt sich im Fernrohr darüber urtheilen, wenn eine völlig heitere Nacht und günstiger Stand der Gestirne dem Beobachter zu Hülfe kommen, indess ist der Farbenunterschied stets nur schwach, und mancher sonst sehr gute Beobachter bemerkt wenig oder nichts davon. Auch lässt sich in zu matten teleskopischen Sternen keine Farbe mehr unterscheiden. *Struve* nimmt die 9. Grösse

als äusserste Grenze an, bei welcher er noch eine Farbe erkenne. In Spiegel-Teleskopen bemerkt man gewöhnlich mehr verschiedene Farben, als im achromatischen Fernrohr; doch kann ein Theil derselben dem Metall des Spiegels angehören (*Herschel's* Spiegel scheinen etwas röthlich gewesen zu sein).

Die meisten Sterne, sowohl grössere als kleinere, scheinen weiss zu sein, doch zeigen sich auch hierin verschiedene Grade. Sirius, Wega, Deneb, Regulus und Spica sind entschieden weiss. Aldebaran, Arctur und vor allem Beteigeuze sind rothe Sterne erster Grösse; Procyon, Capella und Atair sind gelbe. Unter den beiden hellen Sternen der Zwillinge ist Castor grünlich, Pollux röthlich; α des grossen und α des kleinen Bären (der Polarstern) sind beide gelb, mehr aber noch β des kleinen Bären. Unter den kleineren Sternen ist Mira Ceti (ein veränderlicher) durch seine rothe Farbe ausgezeichnet. Auch bläuliche Sterne (wie η der Leyer) und purpurfarbene finden sich, doch sind letztere meist von geringer Helligkeit.

Diese Farben scheinen bei einigen Sternen Veränderungen unterworfen zu sein. Sirius wird von allen Alten als roth (*rubra canicula*) bezeichnet, jetzt ist nicht das geringste Roth an ihm zu erkennen. — Ein Mehreres über diese Farben wird bei den Doppelsternen gesagt werden.

S. 10.

Dass das Licht der Fixsterne ein selbstständiges, nicht erborgtes, wie das der Planeten, sei, lässt sich schon aus ihren ungeheuren Entfernungen, so wie daraus schliessen, dass sie, trotz ihrer für uns ganz unmerklichen scheinbaren Durchmesser, doch ein so intensives Licht zeigen. Gleichwohl giebt es ein directes Mittel, diesen Umstand ausser allen Zweifel zu setzen: das Licht der Fixsterne zeigt sich nämlich, wie das unserer Sonne, völlig unpolarisirt, während jedes reflectirte Licht, der Gegenstand möge ein astronomischer oder terrestrischer sein, sich durch seine Polarisation als solches verräth. Diese erst in den neueren Zeiten entdeckte Eigenthümlichkeit des Licht-

tes hat Anlass zu vielfachen Versuchen gegeben; so untersuchte z. B. *Arago* das Licht des Halley'schen Kometen, welches sich ganz deutlich als ein erborgtes zeigte.*) Dass dieses eigene Licht der Fixsterne trotz der verschiedenen Farben im Allgemeinen wesentlich gleicher Natur sei, in seiner Verbreitung gleichen Gesetzen folge, in Bezug auf Geschwindigkeit ebenfalls keine Verschiedenheit zeige, lehren die Beobachtungen, denn die Constante der Aberration ist für alle Fixsterne dieselbe. Indess konnten kleine Unterschiede, wenn sie stattfinden, sich allerdings in den Beobachtungsfehlern verstecken. Die Aberration beträgt im Maximo $20'',445$; eine um $\frac{1}{100}$ langsamere oder geringere Geschwindigkeit des Lichtes irgend eines Fixsternes würde also nur eine Differenz vom $0'',2$ in Bogen hervorbringen und eine solche ist für unsere Meridian-Instrumente eigentlich noch zu fein, nicht sowohl weil ihre optische Kraft zu gering, sondern weil die tägliche Bewegung der Gestirne so rasch ist, wenn man starke Vergrösserungen anwendet. *Struve* untersuchte deshalb 2 Sterne, für welche diese Bewegung nur etwa $\frac{1}{40}$ derjenigen beträgt, die im Aequator stattfindet, und wo folglich die Passagen eine in Beziehung auf Ortsbestimmung sehr grosse Genauigkeit haben können, nämlich den Polarstern und seinen kleinen Begleiter, der $18'',3$ von ihm absteht und nach meinen Beobachtungen auch physisch mit ihm verbunden ist, da beiden die gleiche scheinbare Eigenbewegung zukommt. Er fand in der That, dass die Aberration für den Begleiter kleiner, mithin die Bewegung seines Lichtes rascher sei, als sie für den Polarstern stattfindet. Aus 55 Beobachtungen in den Jahren 1818 bis 1821 fand er nämlich, dass wenn A die Aberration des grossen, A' die des kleinen Sternes ist:

*) Indess scheint auch dieser Unterschied, in so fern man ihn als einen absoluten auffassen will, nach den neuesten Untersuchungen von *Moser*, verschwinden zu müssen. Sie führen nämlich zu dem Schlusse, dass alle Körper selbstleuchtende sind, nur sei dieses Selbstleuchten bei den meisten zu schwach, um von unseren Augen noch wahrgenommen werden zu können.

$$A - A' = + 0'',180;$$

und aus fortgesetzten Beobachtungen (96) in den Jahren 1822 bis 1826:

$$A - A' = + 0'',133,$$

beide Resultate durch verschiedene Instrumente. Bei ersterem Resultate fand sich der wahrscheinliche Fehler $\pm 0'',035$; beim zweiten $\pm 0'',025$; das Mittel mit Berücksichtigung der Zahl der Beobachtungen fand sich:

$$A - A' = 0'',149; \text{ wahrscheinlicher Fehler} = \pm 0'',020.$$

Hieraus würde folgen, dass die Geschwindigkeit des Polarsternlichtes sich zu der Geschwindigkeit des von seinem Begleiter ausgehenden verhalte wie:

$$133 : 134.$$

Nach der Geringfügigkeit des wahrscheinlichen Fehlers scheint dieses Resultat keinem Zweifel unterworfen zu sein; nur wäre zu wünschen, dass man noch mehrere Sterne in der Nähe der Pole untersuchte.*) Bevor das Factum selbst nicht ohne allen Zweifel feststeht, dürfte es zu früh sein, Erklärungen geben zu wollen. Meine früher geäusserte Vermuthung, dass der Polarstern durch seine viel grössere Masse das Licht gleichsam zurückhalte, verlasse ich jetzt um so mehr, als sich für den Polaris eine Masse ergibt, die kleiner als die Sonnenmasse ist.

Man hat sogar von der Möglichkeit gesprochen, dass ein Körper eine so ungeheure Masse habe, dass die Gravitation gegen ihn die Lichttheilchen, nachdem sie vielleicht viele Millionen Meilen zurückgelegt hätten, wieder zur Umkehr nöthigte, wie ein aufgeworfener Ball zur Erde zurückkehren muss. Diese Körper würden alsdann gar nicht ausserhalb der Grenzen die-

*) Indessen hat *Struve* selbst neuerdings, nachdem er an 5 Sternen mit dem grossen, im ersten Vertical aufgestellten Durchgangsinstrumente in Pulkowa sehr genaue Untersuchungen über die Aberration angestellt und die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass sie für diese 5 Sterne ganz gleich sei, Zweifel an der Richtigkeit jenes früheren Resultats geäussert und sich eine neue Untersuchung vorbehalten.

ser Schussweite ihrer Strahlen gesehen und wir wüssten nichts von ihnen.

Als eine blosse Möglichkeit betrachtet, lässt sich der Gedanke nicht gerade abweisen; nur vergesse man nicht, dass hierzu Massen gehörten, die unsere Sonne vielleicht tausend Millionenmal überträfen, und Volumina, die etwa der Uranusbahn an Durchmesser gleich wären. Im Folgenden (§. 30.) aber wird sich zeigen, dass wenigstens in der Region, die wir als unsere Fixsternwelt bezeichnen können, Körper dieser Art nicht vorkommen.

§. 11.

Die Fixsterne stehen, wie wir bereits erwähnt haben, keinesweges absolut fest, sondern viele von ihnen zeigen Bewegungen, die nach kürzerer oder längerer Zeit für unsere Beobachtungen wahrnehmbar werden. Bereits vor 100 Jahren musste man auf diese Vermuthung kommen; denn in den Beobachtungen *Hipparch's*, verglichen mit denen von *Flamsteed* und anderen neueren Astronomen, fanden sich nach Anbringung der nöthigen Reductionen so starke Incongruenzen, dass es nicht wohl möglich war, sie den Beobachtungsfehlern zuzuschreiben. Indess besitzen wir nur ein sehr mangelhaftes Detail über die alten Beobachtungen, und es war jedenfalls vor auszusetzen, dass sie nicht hinreichende Genauigkeit besäßen, um die Sache ausser Zweifel zu setzen. Als man aber gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts die genauen Beobachtungen *Bradley's* mit den 40 bis 50 Jahre späteren *Piazzi's* verglich, und auch die Angaben anderer Astronomen benutzen konnte, zeigten sich diese Differenzen schon mit grösserer Bestimmtheit, und gegenwärtig hat man schon gegen 700 Sterne, deren eigene Bewegung keinem Zweifel mehr unterworfen ist, während sie bei allen übrigen als höchst wahrscheinlich angesehen werden muss.

Die stärkste eigene Bewegung zeigt ein teleskopischer Stern an der Grenze des grossen Bären und der Jagdhunde (Nr. 1830 des Catalogs von *Groombridge*), der nach *Argelander's* Unter-

suchungen $7'',0$ jährliche Eigenbewegung hat, und die nächst stärkste zeigen die zwei physisch verbundenen Sterne, des Doppelsterns 61 im Schwan, deren Bewegung jährlich $5'',1$ beträgt. Hierauf folgen zunächst 40 des Eridanus und μ der Cassiopeja, wo sie zwischen 3 und 4 Secunden beträgt. Unter den hellen Sternen (die obengenannten gehören nur der 4.—7. Grösse an) hat Arctur die grösste eigene Bewegung von nahe 2 Secunden. Nur 22 Sterne zeigen eine Bewegung von mehr als einer Secunde im Jahre; viele der hellsten Sterne eine weit geringere, z. B. Atair $0'',68$, Wega $0'',37$, Regulus $0'',26$, Aldebaran $0'',19$, α Cygni $0'',01$, α Orionis $0'',05$. — Ueberhaupt sind 390 Sterne gefunden worden, bei denen die Bewegung über $\frac{1}{10}''$ jährlich beträgt, und etwa noch 300, für welche sie $\frac{1}{20}''$ übersteigt. Noch kleinere Bewegungen können erst durch einen längeren Zeitraum constatirt werden; denn jetzt sind erst beiläufig 80 Jahre verflossen, seit *Bradley* seine, alle früheren weit übertreffenden, Beobachtungen machte. Giebt man 4 Secunden Fehler bei beiden Beobachtern zusammengekommen als noch möglich zu, so wird eine eigene Bewegung x in $\frac{4}{x}$ Jahren noch nicht sicher erkannt sein können, sondern dieselbe eines längeren Zeitraumes bedürfen. Nach 400 Jahren z. B. werden wir (den obigen Maassstab der Genauigkeit beibehaltend) alle eigenen Bewegungen bis zu $\frac{1}{100}''$ herab erkannt haben. Die vorstehend bemerkte Anzahl der Sterne, welche eigene Bewegung zeigen, betrifft die nördlichen, und von den südlichen die, welche über -15° Declination haben. Die südlicher gelegenen sind noch nicht lange genug beobachtet, um (wenige Fälle ausgenommen) jetzt schon Resultate liefern zu können.

§. 12.

Diese eigenen Bewegungen können nun zunächst einen zwiefachen Ursprung haben. Entweder die Sterne bewegen sich wirklich im Raume, oder unsere Sonne (und mit ihr das ganze zu ihr gehörende System von Planeten, Kometen und

Monden) bewegt sich, und veranlasst dadurch scheinbar Bewegungen der Fixsterne. Wäre Letzteres ausschliesslich der Fall, so würde es einen Punkt *O* des Himmels geben, wohin die Sonne ihren Lauf richtete, alle Gestirne müssten sich nun nach Maassgabe ihrer Entfernung mehr oder weniger dem entgegengesetzten Punkte nähern und von dem, auf welchen die Sonne zueilt, sich entfernen, und es liesse sich für jeden Stern, dessen Ort an der Himmelskugel bekannt ist, auch die Richtung (nicht die Quantität) seiner Bewegung, die er in Folge der Sonnenbewegung haben müsste, genau bestimmen, sobald jener Punkt *O* bekannt wäre, folglich auch umgekehrt dieser Punkt finden, wenn man die Richtung der Bewegung mehrerer Fixsterne aus Beobachtungen ermittelt hätte.

Wäre dagegen unsre Sonne selbst in Ruhe, und nur die Fixsterne (oder nur eine gewisse Anzahl derselben) in Bewegung, so würde eine solche Regel nicht bemerkt werden. Jeder Fixstern würde diejenige Richtung nehmen, die aus seiner eignen Bahn und der Stellung gegen unsre Erde resultirte, und da wir Fixsterne nach allen Gegenden hin sehen, so würden auch alle Richtungen nicht allein vorkommen, sondern durchschnittlich gleich häufig vorkommen.

Keins von Beiden ist, den Beobachtungen zufolge, der Fall. Die Sterne folgen nicht einer solchen allgemeinen, auf zwei Pole sich beziehenden Richtung, aber sie zeigen auch nicht alle Richtungen gleich häufig. So bemerkte schon *Prevost* und *Herschel*, dass die meisten Sterne sich nach Süden bewegten, und dies besonders in einer Gegend, welche in der Nähe des Wintersolstitium der Sonne sich befindet. Es war demnach am wahrscheinlichsten, dass beide oben angegebene Ursachen wirkten; also dass sowohl die Sonne, als auch die Fixsterne, einer Bewegung im Raume folgten.

Die Bewegung der Fixsterne, wie sie uns erscheint, ist demnach aus einer zwiefachen zusammengesetzt: einer scheinbaren, von der Bewegung unsrer Sonne erzeugten, und einer wirklich eignen. Nur die erstere würde, wenn wir den

Punkt *O* erforscht hätten, der Richtung nach gegeben sein, die zweite nicht; allein man kann voraussetzen, dass diese zweite für alle Sterne zusammengenommen sich der Richtung nach gegenseitig aufheben werde. Erforscht man also denjenigen Punkt, in Beziehung auf welchen mehr, als für irgend einen andern, die Bewegungen so erfolgen, wie sie in Gemässheit der Sonnenbewegung erfolgen müssten, so hat man auch den Punkt gefunden, welcher unter allen, wohin die Sonne sich bewegen könnte, als wahrscheinlichster bezeichnet werden muss.

Dieses Ziel verfolgten, wie oben bemerkt, *Prevost* und *Herschel I.* Letzterer nahm den 270° der geraden Aufsteigung und etwa 45° der nördlichen Abweichung, später den 255° und $+ 35^{\circ}$ als denjenigen Punkt an, wohin das Sonnensystem sich bewegte. *Maskelyne* suchte bald darauf zu zeigen, dass die Bestimmung zu unsicher und schwankend sei und bei weitem nicht alle von ihm bemerkten Veränderungen erkläre; wogegen *Herschel* zeigte, dass die stärksten der von *Maskelyne* bemerkten Aenderungen mit seiner Annahme allerdings verträglich seien. Seine letzte Bestimmung war $245^{\circ} 53'$ und $+ 49^{\circ} 38'$; und *Gauss* fand später aus 71 Sternen $259^{\circ} 10'$ und $+ 30^{\circ} 50'$. *Biot*, *Lindenau* und *Bessel* fanden bei genauerer Untersuchung ebenfalls, dass der schwierige Gegenstand noch nicht spruchreif sei, und man erst eine grössere Zahl der eignen Bewegungen bestimmen müsse. Dies veranlasste *Argelander* in Abo, die helleren Sterne, so wie überhaupt diejenigen, bei denen man eine eigne Bewegung mit Wahrscheinlichkeit annehmen konnte, auf's Neue sorgfältig zu beobachten. Sein 1834 erschienener Catalog enthält die Resultate dieser Beobachtungen, und durch sie ist die eigne Bewegung für die im Vorstehenden bemerkte Anzahl von Sternen dargethan. Hierauf wandte er sie zur Bestimmung der Bewegungsrichtung unsrer Sonne an und fand mit so grosser Uebereinstimmung, als hier irgend erwartet werden konnte, den schon von *Herschel I.* bezeichneten Punkt *O* nahezu bestätigt. Um möglichst frei von Zufälligkeiten wie von willkürlichen Annahmen zu sein, theilte *Argelander* die Sterne in 3 Klassen:

- A) Sterne, die sich jährlich um mehr als 1'' bewegen;
- B) Sterne, die sich jährlich um weniger als 1'' und mehr als 0'',5 bewegen;
- C) Sterne, deren jährliche eigne Bewegung zwischen 0'',2 und 0'',5 ist.

Später fügte *Lundahl* diesen noch hinzu:

- D) 147 von *Pond* beobachtete Sterne, deren eigne Bewegung grösser als 0'',08 ist.

Jede dieser Klassen untersuchte er besonders, da es schwierig war, im Voraus zu bestimmen, wieviel Gewicht (Stimmrecht) einer jeden Klasse, im Vergleich zu den übrigen, zukomme, und nun zugleich praktisch zu prüfen, wieviel Uebereinstimmung die besonders berechneten Resultate zeigen würden. Es fand sich

aus A) $256^{\circ} 25',1$ AR; $+ 38^{\circ} 37',2$ Decl.

B) 255 9,7 $+ 38 34,3$

aus C) $261^{\circ} 10',7$ AR; $+ 30^{\circ} 58',1$ Decl.

D) 252 24,2 $+ 14 26,1$

im Mittel, mit Berücksichtigung des aus den mittleren Fehlern hervorgehenden Gewichts:

aus 537 Sternen: $257^{\circ} 49',7$ AR; $+ 28^{\circ} 49',7$ Decl. (für das Aequin. von 1792,5).

Dieser Punkt liegt im Sternbilde des Hercules, links von dem hellen Stern der Krone.

Die neuesten Untersuchungen von *O. Struve*, der jedoch nicht alle Sterne mit eigner Bewegung, sondern nur die in Dorpat beobachteten, in Rechnung zog, ergaben für diesen Punkt $261^{\circ} 21',8$ und $+ 37^{\circ} 36',0$. Zugleich hat er den Versuch gemacht, die Quantität der Sonnenbewegung annähernd zu bestimmen, und findet eine Geschwindigkeit von etwa 1 Meile in der Sekunde. Doch ist dieses letztere Resultat noch höchst unsicher.

§. 13.

Wenn unsrer Sonne, oder genauer gesprochen, unserm Sonnensystem, eine ihm eigne Fortrückung im Weltenraume

zugeschrieben werden muss, wenn gleichzeitig dieselbe Behauptung von den übrigen Fixsternen, so weit wenigstens unsre Beobachtungen darüber entscheiden können, gültig ist: so muss auch eine bestimmte Beziehung dieser Bewegungen aufgesucht werden. Denn Erforschung des Gesetzlichen in der uns umgebenden Natur sowohl, als in unsrer eignen innern Welt, ist das Endziel aller Wissenschaft und zugleich die nothwendige Bedingung jedes sichern und bleibenden Fortschritts, da der denkende Geist sich nirgend mit der blossen Ueberzeugung vom Dasein der Materie begnügen kann, vielmehr das Walten einer allmächtigen und allweisen Vorsehung nur da mit unerschütterlicher Gewissheit von uns erkannt wird, wo wir eine bestimmte gesetzliche Ordnung in den Veränderungen wahrnehmen. So hat die weitere Forschung von System zu System hinauf keinesweges eine blos astronomische, sondern viel mehr noch eine ethisch-religiöse Wichtigkeit, die freilich ihre volle Anerkennung erst in einem Jahrhundert finden wird, in welchem dogmatische Subtilitäten die Geister nicht mehr in zwei feindliche Lager zu theilen im Stande sind.

Der Astronom würde seinen Beruf gänzlich verkennen, wenn er das Herannahen dieser Zeit unthätig erwarten wollte. Unsre grossen Vorgänger, ein *Copernicus*, *Galiläi* und *Kepler*, haben nicht danach gefragt, mit welchem günstigen oder ungünstigen Auge die Mitwelt ihre Forschungen betrachten werde: sie haben einfach Wahrheit gesucht und ihren einzigen Lohn darin gesehen, sie zu finden, wohl wissend, dass die Zeitgenossen keinen andern für sie bereit hatten. Sollen wir, die wir — äusserlich wenigstens — glücklicher und sichrer als sie gestellt sind, zögern, ihrem Beispiele zu folgen, und etwa aus Besorgniss, es möchte ein Alter der Welt resultiren, wogegen das der mosaischen Geschichte zu einem Nichts verschwindet, unsre Forschungen bei Seite setzen? Der Religion, der einen und ewigen, will die Naturforschung als Dienerin verpflichtet sein und bleiben, denn Gotteserkenntniss und Wahrheitserkenntniss ist eins und dasselbe; zu einer gefügigen Magd der jedesmaligen theo-

logischen Richtung wird sie nun und nimmermehr sich erniedrigen.

Schon die früheren Jahrhunderte zeigen uns Naturforscher und Philosophen, welche bemüht waren Regel und Ordnung auch in den entferntesten der Weltengloben zu erkennen, und es war ganz naturgemäss, dass man hierbei von der Analogie unsers Sonnensystems ausging. Wie die Sonne ihre Planeten, und die grossen Planeten ihre Monde, so sollte eine allgemeine Centralsonne die Fixsterne beherrschen und um sich herumführen. Damit war indirekt nur ausgesprochen, dass das *Newtonsche* Bewegungsgesetz auch für die Fixsternwelt gelte: ein Satz, für den allerdings die Thatsachen der Beobachtung, besonders der Doppelsterne (s. diesen Abschnitt) nur Bestätigungen geliefert haben. Aber indem man, stillschweigend oder ausdrücklich, auch quantitativ und qualitativ ein ähnliches Verhältniss zwischen der Centralsonne und den Fixsternen, wie zwischen diesen und ihren Planeten supponirte, und alle höheren Systeme auch nach dem Modell des Sonnensystems formte, ging man über die nothwendigen Consequenzen des *Newtonschen* Gesetzes hinaus. Noch mehr Verwirrung richteten diejenigen an, die sich nicht mit dem Gedanken vertraut machen konnten, dass auch ein selbstleuchtender Körper um einen andern von ähnlicher Natur eine Bahn beschreiben könnte. Es war eine unglückliche Idee, die Attraktion von der Beleuchtung abhängig machen, oder doch mit ihr in nothwendige Verbindung setzen zu wollen.

Die Bemühungen, eine Centralsonne in dem obigen Sinne zu finden, haben zu keinem Resultat geführt, und das, was wir im Laufe der Zeit über die Bewegungen der Fixsterne erforscht haben, gewährt keine Aussicht, auch in Zukunft einen solchen Centralkörper aufzufinden. Dieses Fehlschlagen führte manche dahin, die Idee eines allgemeinen und organisirten Verbandes ganz aufzugeben und die Fixsternwelt nur aus neben einander bestehenden Partialsystemen zusammenzusetzen. Jedes dieser Partialsysteme sei in sich nach Analogie des Jupiters- und Saturnssystems gegliedert, ein allgemeines Centrum jedoch, wie

es für diese in der Sonne gesetzt ist, sei gar nicht vorhanden.

Partialsysteme dieser Art existiren nun unläugbar, und zwar wie es scheint nach verschiedenen Abstufungen, in unserm Fixsterncomplex. Die Doppel- und mehrfachen Sterne, die man zu Tausenden am Himmel gefunden, bilden die unterste, Gruppen wie die grösseren Sternhaufen, deren mehrere auch dem blossen Augen sichtbar sind, eine höhere Ordnung dieser Systeme, oder lassen solche doch muthmassen. Aber so weit der Augenschein zu schliessen gestattet, ist noch nicht der zwanzigste Theil der Fixsterne eine solche Specialverbindung mit andern eingegangen.

Die Partialsysteme unsrer Planetenwelt, die wir in dieser Beziehung hinreichend genau kennen, sind von einander und von den einzelnen Planeten durch mindestens hundertfach grössere Räume geschieden, als sie selbst am Himmel einnehmen, und was an einzelnen, unbegleiteten Planeten übrig geblieben ist, be-

trägt noch nicht $\frac{1}{300}$ der gesammten planetaren Massen, und nur

etwa $\frac{1}{250000}$ der Masse des ganzen Sonnensystems.

Betrachten wir dagegen die Fixsternwelt, so ergibt schon der Totalüberblick, auch ohne in eine specielle Untersuchung der Bewegungen einzugehen, dass Gruppenbildung hier nur als seltne Ausnahme, Isolirung dagegen als die Regel erscheint. Wir wissen noch wenig oder nichts von den Massen der Fixsterne; wir können nur sie zählen und ihren Glanz nach Graden bestimmen, allein gleichwohl ist eine wesentliche Verschiedenheit der Organisation zwischen Fixstern- und Planetenwelt unverkennbar. Unsre Sonne übertrifft mehrere Doppelsterne an Masse*) und ist gleichwohl ganz bestimmt ein einfacher, nur von dunk-

*) Die näheren Nachweise dieser und andrer hier aufgestellten Behauptungen können, in der Gegenwart wenigstens, nur in einer ausführlichen streng wissenschaftlichen Erörterung gegeben werden. Hier kann ich in dieser Beziehung nur auf meine „Untersuchungen über die Fixsternsysteme“ (Leipzig und Mitau bei G. Reyher) verweisen, in welchem alles dies vollständig und zugleich möglichst gemeinfasslich dargelegt ist.

len Körpern begleiteter Stern. Ähnliches gilt von den meisten der helleren Sterne, und überhaupt finden sich Doppelsternsysteme unter den Sternen der ersten Klassen verhältnissmässig nur wenig häufiger, als unter denen der geringeren.

§. 14.

Unsre Kenntniss der Bewegungen in diesen Partialsystemen ist, wenigstens für die unterste Klasse derselben, hinreichend vorgeschritten, um in einzelnen Fällen die Frage, welches Gesetz sie lenke, genügend beantworten zu können. Für ξ Ursae majoris, γ Virginis, und noch einige andre dieser Systeme, hat sich mit Bestimmtheit das *Newtonsche* Bewegungsgesetz herausgestellt, wodurch alle Bedenken, die man gegen die Allgemeinheit desselben, aus dem hier mangelnden Gegensatze von Selbstleuchten und Beleuchtetwerden, erhoben hat, entschieden beseitigt sind. Mögen sich dunkle Körper um dunkle, dunkle um leuchtende, leuchtende um leuchtende, oder endlich (wofür freilich noch kein bestimmtes Beispiel vorliegt) leuchtende um dunkle bewegen, das Bewegungsgesetz hat mit allen diesen Beziehungen nichts zu thun und wird nicht im Geringsten durch sie modificirt. Wenn nun also von dieser Seite keine Beschränkung anzunehmen ist, können wir eine andere postuliren? Können wir einen Unterschied machen zwischen Fixsternen, die dem *Newtonschen* Gesetz unterworfen, und andern, die ihm nicht unterworfen sind? Ist ein solcher Unterschied wahrscheinlich, oder überhaupt nur zulässig?

Das in Rede stehende Attraktionsgesetz, wo es thatsächlich waltet, da waltet es allgemein und ohne Grenze. Die weltgeschichtlich gewordene Entdeckung des Neptun hat gezeigt, dass dieselbe Form des Gesetzes für die äussersten, wie für die innersten, Glieder des Systems gültig sei. Da sich nun für die oben erwähnten Partialsysteme der Fixsternwelt dasselbe Gesetz ohne Modifikation nachweisen lässt, da wir je länger desto mehr uns überzeugen, dass auch die Bewegung der übrigen Partialsysteme nach diesem Gesetze darstellbar sind, so wird man, was

den einzelnen Theilen zukommt, auch dem Ganzen zuschreiben müssen.

Diese *Newtonsche* Attraktionstheorie aber fordert für ein System von Körpern nichts weiter, als einen allgemeinen Schwerpunkt, auf den alle übrigen Bewegungen sich beziehen. Es ist keinesweges unbedingt nothwendig, dass ein bestimmter Hauptkörper diesen Schwerpunkt materiell erfülle, und noch weniger, dass dieser Körper an Masse die Summe aller andern überwiege. Streng genommen ist dies selbst im Sonnensystem nicht absolut wahr. Denn der Schwerpunkt des gesammten Planetensystems fällt öfter ausserhalb, als innerhalb des Sonnenkörpers und kann mit dem Mittelpunkte des letztern vollends nur in einzelnen Momenten zusammenfallen, nur dass er allerdings sich nie weit von der Sonne entfernt. Bei den Doppelsternen aber ist eine auch nur annäherungsweise Statt findende Congruenz mit einem der Glieder desselben vollends gar nicht anzunehmen, und ein solches Massenübergewicht des Centralkörpers, wie wir es uns zu denken gewohnt sind, nur unter den allergezwungensten und unwahrscheinlichsten anderweitigen Voraussetzungen möglich. Wenn wir also, wie in derartigen Untersuchungen es immer rathsam sein wird, das Zufällige und bloß Mögliche vom Nothwendigen trennen und zunächst nur das Letztere ins Auge fassen wollen, so haben wir vorerst gar nicht den Centalkörper, sondern den Schwerpunkt des Fixsternsystems zu suchen, und erst nach dieser Untersuchung wird es sich möglicherweise herausstellen, ob dieser so gefundene Schwerpunkt ein bloß virtueller oder ein mit Masse erfüllter materieller sei, und in letzterm Falle, was ihn erfülle oder bezeichne. Es wird also bei dieser Untersuchung vor der Hand ganz gleichgültig sein, welcher Fixstern der hellste ist, da einerseits die uns erscheinende Helligkeit uns gar nichts über seine Grösse und Masse lehrt und andererseits der Schwerpunkt nicht nothwendig an eine einzelne Masse geknüpft ist.

§. 15.

Die den Himmel allseitig umgebende Milchstrasse ist keine blosse Sternschicht, wie man sonst wohl annahm, sondern ein grosser, mit Millionen Sternen erfüllter Ring, oder noch wahrscheinlicher ein System von concentrischen Sterneringen. Die übrigen, von diesen Ringen umschlossenen und uns einzeln sichtbaren Fixsterne sind der Zahl nach unbeträchtlich gegen die in ihnen befindlichen, und diese einzelnen Sterne gruppiren sich ziemlich symmetrisch um die Ebene der Milchstrasse herum. Ein hinreichender Fingerzeig, dass wir den Schwerpunkt der isolirt erscheinenden Fixsterne eben da zu suchen haben, wo der der Milchstrassenringe liegen muss, oder vielmehr, dass wir das eine von dem andern gar nicht zu trennen und für den gesammten Complex, bis zu den äussersten Grenzen der Ringe hin, denselben allgemeinen Schwerpunkt setzen müssen. Es wird nun zunächst darauf ankommen zu bestimmen, welche Lage unsre Sonne in diesem allgemeinen Complex einnehme.

Stellen wir uns in Gedanken in das Centrum dieses Ringes, oder dieses Systems von hinter einander liegenden concentrischen Ringen, so folgt, dass wir dasselbe als grössten Kreis, oder doch höchstens nur mit denjenigen lokalen Abweichungen, welche die physischen Ungleichheiten des Ringes selbst bedingen, am Himmel erblicken müssten. Wir würden ferner nur einen der Ringe sehen, oder zu sehen glauben, da sie alle perspectivisch hintereinander liegen und der innerste die übrigen deckt. Endlich würde, falls nicht eine specielle physische Ursache den Sternen der einen Seite eine grössere leuchtende Kraft verliehen hätte, als denen der entgegengesetzten, was durchaus unwahrscheinlich ist, die Lebhaftigkeit des Glanzes dieser Milchstrasse rings herum die gleiche sein.

Nichts von allem diesem realisirt sich für unsern Standpunkt. Die Milchstrasse theilt unser Firmament in zwei etwas ungleiche Hälften, deren Areal sich etwa wie 8:9 verhält; in der kleinern Hälfte liegt der Frühlings-, in der grössern der

Herbstpunkt. Wir schliessen hieraus, dass wir nicht in der Ebene der Milchstrasse uns befinden, sondern ausserhalb derselben nach der Seite des Herbstpunktes hin.

Wir finden zweitens die Milchstrasse zwar dem grössten Theile nach (auf etwa $\frac{3}{5}$ ihres Zuges) einfach, in dem übrigen Theile dagegen doppelt. Die perspectivische Deckung der Ringe findet also für uns nur an einer Seite Statt, während dieselben an der entgegengesetzten optisch auseinandertreten und uns einen Zwischenraum gewahren lassen. Wir schliessen hieraus, dass wir der letztern Seite (dem getheilt erscheinenden Zuge) näher stehen, als der gegenüberliegenden. Die Mitte des getheilten Zuges fällt in den Scorpion, und der für uns nähere Punkt der Milchstrasse liegt also nach diesem Sternbilde zu.

Endlich zeigt auch dieser Gürtel im Scorpion und nahe herum, namentlich in der Gegend des südlichen Kreuzes, einen überaus lebhaften Glanz, verglichen mit dem, welcher im Perseus, dem Stier und Orion sich zeigt. Auch dies führt uns auf eine excentrische Lage unsrer Sonne, in demselben Sinne wie die vorige Wahrnehmung.*)

Wenn also die Seite der Herbstnachtgleiche und ein dem Bilde des Scorpions näher als jeder andern Gegend der Milchstrasse liegender Punkt die Lage bezeichnet, welche unsrer Sonne in Beziehung auf den Centralpunkt zukommt, so werden wir, um von unsrem Standpunkte aus diesen Centralpunkt zu treffen, das Auge nach der entgegengesetzten Seite des Himmels zu wenden haben, also nach einer Linie, die aus der Gegend des Frühlingsnachtgleichenpunkts nach der Milchstrasse im Sternbilde des Stieres führt.

Damit ist nun allerdings die betreffende Gegend nur im rohesten Umriss bezeichnet, wie es die Beschaffenheit der zum Grunde liegenden Daten nicht anders erwarten liess. Für die

*) Die zuverlässigsten und ausführlichsten Angaben über Lage, Gestalt und Glanz der Milchstrasse verdanken wir den beiden *Herschel*. Namentlich hat *Herschel* der Sohn uns mit den südlichen Strecken derselben genauer bekannt gemacht.

speciellere Untersuchung bleibt immer noch ein weiter Spielraum frei, so dass diese, wenigstens von der Grenze des Orion bis zu denen des Perseus und vom Widder bis zum Anfang der Zwillinge hin, ausgedehnt werden muss, wenn nicht noch von einer andern Seite her es gelingen sollte, das Feld in die hier so wünschenswerthen engeren Grenzen einzuschliessen.

§. 16.

Hierzu nun scheinen die §. 12. erwähnten *Argelander*-schen Untersuchungen über die Richtung der Bewegung unsrer Sonne Aussicht zu eröffnen. Der Punkt O, wohin unsre Sonne ihre Bewegung in der Gegenwart richtet, ist durch ihn und *Otto Struve* innerhalb mässiger Grenzen bestimmt worden. Könnten wir uns die Annahme gestatten, dass die Bewegung unsrer Sonne einem Kreise angehöre, dessen Mittelpunkt das allgemeine Centrum ist, so würde dieses letztere 90° von jenem Punkte entfernt am Himmel angetroffen werden müssen, und man hätte nur um O herum einen grössten Kreis zu ziehen, auf den man dann die nähern Untersuchungen beschränken könnte. Da wir nun schon eine Region kennen, die den Schwerpunkt einschliesst, so würde nur der Theil jenes grössten Kreises, der in diese Region fällt (er zieht durch Perseus, die Andromeda und Pegasus), speciell zu untersuchen sein. Allein jene Annahme ist für jetzt noch zu misslich. Ist die Bahn unsrer Sonne kein Kreis, so wird es nur zwei Punkte derselben (Aphelium und Perihelium) geben, wo die Richtung der Bewegung mit dem Radius vector einen rechten Winkel macht; in allen übrigen resultirt ein spitzer oder stumpfer. Dann aber könnte möglicherweise jener Punkt selbst anders bestimmt werden müssen, wenn sich ein bestimmtes Gesetz der Fixsternbewegungen fände. Ueberdies haben bei jenen Untersuchungen die südlichen, jenseit -15° oder 20° Decl. gelegenen Sterne noch gar nicht mitstimmen können, da ihre Bewegungen zu wenig bekannt sind, und *Otto Struve* findet, dass, wenn in den *Bradleyschen* Declinationen ein constanter Fehler von nur einer

Sekunde angenommen werden muss, jener Punkt um mehr als zehn Grade nach Norden rückt. In letzterm Falle würde der um ihn beschriebene grösste Kreis in der betreffenden Gegend nach Osten rücken und dem Sternbilde des Stieres näher kommen.

Aus diesem Grunde können wir hier von jener Bestimmung noch keinen direkten Gebrauch machen. Weiterhin, bei Betrachtung der Bewegungsrichtungen, wird sie uns dagegen von wesentlichem Nutzen sein.

§. 17.

Da wir, wie oben gesagt, nicht im Voraus wissen können, ob und welche Masse sich im Schwerpunkte befinde, so können wir auch die Analogieen, welche sich für die Bewegungen im Sonnensystem aus den *Keplerschen* Regeln ergeben, nicht ohne Weiteres anwenden. Danach müssten nämlich in der Nähe des Centralpunkts die raschesten, und in grösserer Entfernung immer langsamere Bewegungen vorkommen; es würde sich also ein Stern (oder falls der Centralkörper ein dunkler wäre, irgend ein Punkt) ergeben, um den herum die raschesten Bewegungen sich zeigten und von wo aus nach allen Seiten hin sie abnähmen. Es findet sich kein solcher Punkt, weder in dieser Gegend, noch am ganzen übrigen Himmel. Nun aber ist es gar nicht denkbar, dass er sich den sorgfältigen Untersuchungen der Astronomen so lange hätte entziehen können; denn je rascher eine Fixsternbewegung ist, desto früher wird sie erkannt. Nur dem Umstande, dass man, bis *Bessel* und *Argelander* hin, von den Bewegungen der Fixsterne noch so überaus wenig wusste, ist es zuzuschreiben, dass man nicht längst das Unhaltbare dieser Annahme eingesehen und sie aufgegeben hat.

Nehmen wir den entgegengesetzten Fall. Der Schwerpunkt soll masselos, oder er und seine nähere Umgegend nicht stärker als alle übrigen Regionen der Fixsternwelt mit Massen erfüllt, diese also durch den ganzen sphärischen oder sphäroidischen Raum ganz oder nahezu gleich vertheilt sein. Alsdann wer-

den gerade in der Nähe des Centralpunkts die langsamsten, in immer grösserer Entfernung dagegen stets raschere Bewegungen erfolgen. *)

Nehmen wir einen Zwischenfall, und geben dem Centralpunkt eine Masse, die zwar nicht Alles überwiegt, die aber doch einzeln genommen nicht unbedeutend im Vergleich zum Ganzen ist. Dann wird, vom Centrum ausgehend, die Attraktion bis zu einem gewissen Punkte hin abnehmen, von da an aber weiterhin zunehmen. Ist das Verhältniss der Masse des Centralkörpers zur übrigen Gesamtmasse wie $1 : m$, so wird der Punkt der kleinsten Anziehung $\frac{2}{\sqrt[3]{m}}$ vom Schwerpunkt entfernt sein (den Halbmesser des gesammten Fixsterncomplexes = 1 gesetzt).

Sind einzelne Ungleichheiten in der Massenvertheilung vorhanden, so werden diese eine störende Wirkung äussern

*) Für den Fall eines sphärischen Raumes gestaltet sich der Nachweis ziemlich einfach. Die Attraktion ist proportional $\frac{m}{d^2}$, d. h. sie verhält sich direkt wie die Masse m und umgekehrt wie das Quadrat der Distanzen d . Sind aber die Massen durch den Raum gleich vertheilt, so werden innerhalb dieses Raums für jeden Punkt nur diejenigen Massen wirksam bleiben, die innerhalb einer mit seinem (zum Centralpunkt gezogenen) Radius Vector beschriebenen Kugel stehen, denn die Anziehungen der ausserhalb dieser Kugel liegenden heben sich für den betreffenden Punkt gegenseitig zu Null auf. Die Volumina dieser Kugeln verhalten sich wie die Cuben der Distanzen, und da wir die Massen gleich vertheilt annehmen, auch diese selbst wie d^3 . Aus dem Verhältniss $\frac{m}{d^2}$ wird also hier $\frac{d^3}{d^2}$, d. h. d selbst in einfacher Potenz, oder die Attraktion verhält sich innerhalb einer solchen Sphäre direkt wie die Distanz vom Mittelpunkte, während der Centralpunkt selbst in Ruhe ist. Aus dem zweiten *Keplerschen* Gesetz $T^2 M : t^2 m = D^3 : d^3$ wird aber hier, da $M : m = D^3 : d^3$, das Gleichheitsverhältniss $T = t$, also die Umlaufzeiten sind alle einander gleich und von der Distanz unabhängig. — Im Sphäroid aber, und in jeder andern hier möglicherweise anzunehmenden Form, gestaltet sich das Verhältniss nahezu ebenso, wenn anders der Raum gleichmässig mit Massen erfüllt ist.

und die Bewegungen an einzelnen Punkten etwas beschleunigen, an andern etwas verzögern.

Wenn ferner, wie es den Anschein hat, die äussersten (Milchstrassen-) Regionen erheblich dichter als die innern mit Masse erfüllt sind, so werden die Bewegungen der entferntern Sterne noch mehr, als in der homogenen Kugel, beschleunigt werden müssen.

So ist uns in den Bewegungen der Sterne, ihrer Quantität nach mit einander verglichen, ein Mittel geboten, nicht allein zur Kenntniss des Centralpunktes selbst zu gelangen, sondern auch in der Folge den Betrag der ihn erfüllenden oder zunächst umgebenden Massen, so wie die Vertheilung derselben durch den Fixsternraum und die allgemeine Configuration des letztern, kennen zu lernen. Es fragt sich nun, ob und wie dieses Mittel in Anwendung zu bringen sei.

§. 18.

Um aus den vorhandenen Beobachtungen die Quantität der Bewegung für einen gegebenen einzelnen Stern zu bestimmen, müssten wir erstens seine Entfernung wissen, um die Winkelgrösse in eine lineäre verwandeln zu können. Wir müssten zweitens den Betrag der Sonnenbewegung und ihre Richtung kennen, um diesen blos scheinbaren Theil in Abzug zu bringen, und die Bewegung des Sterns so zu erhalten, wie sie von einem ruhenden Standpunkte aus erscheinen würde. Wir müssten drittens wissen, unter welchem Gesichtswinkel wir die Bewegung erblicken, da hiervon die perspectivische Verkürzung derselben abhängt, die wir gleichfalls zu eliminiren haben. Dies würde uns endlich die wahre lineäre (also z. B. in Meilen auszudrückende) Geschwindigkeit der Bewegung eines Sterns geben.

Nur in äusserst wenigen Einzelfällen kann gegenwärtig die erste dieser Reduktionen, in keinem einzigen die zweite und dritte, selbst nur annäherungsweise, ausgeführt werden. Unserer Aufgabe würden sich also unüberwindliche Schwierig-

keiten entgegenstellen, wenn nicht gerade das, was auf den ersten Anblick sie unabsehbar weitläufig macht, die grosse Anzahl der Fixsterne nämlich, uns eine Möglichkeit an die Hand gäbe, unser Ziel dennoch zu erreichen.

Wir werden nämlich nach allen Gegenden des Himmels hin Sterne haben, die uns näher, und andre, die uns entfernter stehen. Aus einer grössern Anzahl von Sternen, auch ohne die Entfernungen im Einzelnen zu kennen, wird also stets eine gewisse Durchschnittszahl resultiren und diese Durchschnittszahl nach allen Gegenden hin so ziemlich die gleiche sein, besonders dann, wenn man sich auf Sterne beschränkt, die nicht den fernen Milchstrassenringen angehören, sondern durch ihren Glanz zu der Annahme berechtigen, dass sie nicht in gar zu grossen Distanzen stehen. Die gleiche, auf den allgemeinen Durchschnitt basirte, Annahme wird aber auch in den beiden andern Beziehungen statthaft sein, insbesondere wenn man um einen gewissen Punkt herum die zur Vergleichung zu ziehenden Regionen concentrisch gegen einander abgrenzt, wodurch am sichersten die partiellen Abweichungen, die nach der einen oder der andern Seite hin stattfinden, aufgehoben werden.

Das unschätzbare Verzeichniss von 3222 Sternörtern, welches wir dem grössten Astronomen des vorigen Jahrhunderts, *Bradley*, verdanken, und welches *Bessel's* Bearbeitung uns zugänglich gemacht hat*), setzt uns durch seine Vergleichung mit den neuesten, um fast ein Jahrhundert späteren, Beobachtungen in den Stand, für die meisten der darin enthaltenen Sterne mit mehr oder minderer Wahrscheinlichkeit die Eigenbewegung abzuleiten. In meinem oben genannten ausführlichen Werke habe ich diese Ableitung für eine Anzahl von mehr als 800 Sternen, die hier zunächst in Betracht kommen, gegeben. Die angestellten Vergleichen haben mich über-

*) *Fundamenta astronomiae, ex observationibus viri incomparabilis J. Bradley deductae. Auctore F. W. Bessel. Regiomonti 1818.*

zeugt, dass die einzige Gegend des Himmels, in welcher der allgemeine Schwerpunkt angenommen werden kann, die der Plejadengruppe ist. Diese Gruppe also ist als dynamische Mittelgruppe zu betrachten, und die grosse Fülle glänzender Sterne in derselben, die als beispiellos am ganzen übrigen Himmel dasteht, lässt uns kaum eine andre Wahl als den Centralpunkt in diese Gruppe selbst zu setzen. Den optischen Mittelpunkt dieser Gruppe aber bildet der augenfällig hellste Stern derselben, Alcyone. Will man also die Benennung Centralsonne an einen einzelnen Stern knüpfen, so hat dieser unter allen übrigen der Gruppe die grösste Wahrscheinlichkeit für sich.

In diesem Sinne also habe ich die obige Benennung auf η Tauri (Alcyone) beziehen zu müssen geglaubt. Nicht als ob ich wähnte, der Schwerpunkt des gesamten Systems falle nothwendig und bleibend in seinen Körper oder gar in dessen Mittelpunkt. Wir dürfen zwar annehmen, dass er einer der grössern und massenhaftern Sterne sei. Aber selbst wenn er in dieser Beziehung jeden andern einzelnen Stern übertreffen sollte (was ich als eine blosser Möglichkeit setze), so würde ihm in keinem Falle ein Uebergewicht zugeschrieben werden können, ähnlich dem, welches unsrer Sonne als Centralkörper zukommt. Denn die Vergleichen, die ich weiterhin ihrem allgemeinen Resultat nach anführen werde, zeigen uns auf die unzweideutigste Weise, dass von ihm aus nach allen Seiten hin, die Bewegungen, anfangs langsam und unmerklich, weiterhin immer stärker, an Quantität zunehmen. Je kleiner aber sein Massenübergewicht ist, einen desto grösseren Spielraum wird man in der Lage des Schwerpunkts, auf ihn bezogen, annehmen müssen. Vielleicht setzt nur die sehr grosse, in die Millionen gehende Anzahl der Fixsterne seinen Schwankungen engere Grenzen, indem sie nicht leicht gestatten wird, dass sich nach einer Seite hin ein merkliches Uebergewicht für eine gegebene Zeit bilden kann. Vielleicht ist die Masse der Plejadengruppe grade gross genug, um den Schwerpunkt nie aus ihren Grenzen rücken zu lassen und in diesem Umstande das-

jenige zu suchen, was man als Stabilitätsprincip des Fixsternsystems bezeichnen könnte. Doch ich mag der Zukunft nicht mit Muthmassungen vorgreifen, die ich mit keinen haltbaren Gründen zu belegen vermag, und übergehe deshalb eine Menge anderer, an sich selbst höchst interessanter Fragen, die sich an unsre hier aufgestellte Thesis knüpfen würden und die den kommenden Jahrtausenden ein unendliches Feld der Forschung eröffnen.

§. 19.

Ist die bezeichnete Gruppe wirklich die Centralgruppe, so kann sie selbst als Ganzes keine fortschreitende eigne Bewegung innerhalb des Fixsternsystems haben, und nur äusserst langsame, sich gegenseitig aufhebende Bewegungen um den allgemeinen Schwerpunkt können für die einzelnen Glieder derselben stattfinden. Wir können also, ähnlich wie wir, von der Erde aus, an unsrer Sonne nur die Bewegung unsrer Erde selbst abgespiegelt erblicken, auch, von unserm Sonnensystem aus, an der Plejadengruppe nur das Spiegelbild der Sonnenbewegung sehen. Die Richtung der Ielztern ist uns gegeben, und damit das Mittel, für jeden andern Punkt die Bewegungsrichtung zu bestimmen, welche er für uns zeigen müsste, wenn er selbst in Ruhe wäre. Es ist dies also die erste Probe, welche unsre Theorie bestehen muss, und glücklicherweise hat *Bessel* uns mit zahlreichen und höchst genauen Beobachtungen für 73 Plejadensterne beschenkt, unter denen 11 von *Bradley* vollständig und wiederholt beobachtet sind. Ich habe aber, wie auch bei allen andern bei dieser Arbeit benutzten Sternen, mich nicht mit einer blossen Vergleichung zwischen *Bradley* und *Bessel* begnügt, sondern (in dem mehrerwähnten Werke über die Fixsternsysteme) sämtliche mit guten Instrumenten und von zuverlässigen Beobachtern herrührenden Ortsbestimmungen gesammelt, reducirt und nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Das Resultat der Rechnung folge hier.

Name des Sterns.	Ort für 1840.		Jährliche Bewegung nach		Durch die Sonnenbewegung allein bedingte Richtung. = ψ	Unterschied. = $(\varphi - \psi)$
	AR.	Decl.	Quantität = s	Richtung. = φ		
Celano	53° 50'	+23° 47'	0",076	127,0	156,01	—29,01
Electra	53 51	23 36	0, 053	178,9	156, 1	+22, 8
Taygeta	53 55	23 58	0, 060	169,5	156, 3	+13, 2
Maja	54 5	23 52	0, 064	151,9	156, 2	— 4, 3
Asterope	54 6	24 4	0, 077	147,0	156, 4	— 9, 4
1	54 8	24 1	0, 061	171,4	156, 4	+15, 0
Merope	54 13	23 27	0, 084	142,0	156, 4	—14, 4
Alcyone	54 30	23 36	0, 067	155,0	156, 6	— 1, 6
(Anonyma)	54 43	22 55	0, 067	178,3	156, 6	+21, 7
Atlas	54 55	23 34	0, 079	163,2	156, 9	+ 6, 9
Plejone	54 55	23 38	0, 081	168,1	156, 9	+11, 3

Hieraus ergibt sich die mittlere Richtung der gesamten Gruppe = 159,5; sie ist von der, welche die Sonnenbewegung allein erfordert, nur 2,9 abweichend. Keine einzelne Abweichung erreicht 30°; ihr durchschnittlicher Werth ist = 13°,3, und Alcyone zeigt unter allen die geringste Abweichung = 1°,6. Beachtet man die Kleinheit der Bewegung, so könnte es fast Bewunderung erregen, dass die unvermeidlichen Beobachtungsfehler nicht grössere Abweichungen in der Richtung übrig gelassen haben, zumal auch der Punkt der Sonnenbewegung noch keineswegs bis auf den Grad genau bestimmt ist.

Der Quantität nach ist das Mittel aus sämtlichen Bewegungen = 0" 0699 und die grösste Abweichung von diesem Mittelwerthe (bei Electra) nur 0",047. — Auch bei der Quantität, wie bei der Richtung, stimmt unter allen Sternen Alcyone am genauesten mit dem allgemeinen Mittel überein.

Beachtenswerth ist ferner, dass die angeführten, nach der Reihenfolge West—Ost aufgeführten Sterne, wenn man ihre Bewegung in Declination gesondert vergleicht, zwar ohne Ausnahme nach Süden rücken, dass aber diese Ortsveränderung bei allen Sternen westlich von Alcyone hinter dieser selbst zurückbleibt, bei allen östlich gelegenen sie übertrifft. Die Zusammenstellung dieser Declinationsbewegungen ist nämlich die folgende:

	Jährliche Bewegung in Declination.	Unterschied gegen Alcyone.
Celeno	— 0,"052	+ 0,"009
Electra	— 0, 053	+ 0, 008
Taygeta	— 0, 059	+ 0, 002
Maja	— 0, 060	+ 0, 001
Asterope	— 0, 059	+ 0, 002
l.	0, 060	+ 0, 001
Merope	— 0, 057	+ 0, 004
Alcyone	— 0, 061	
(Anon.)	— 0, 067	— 0, 006
Atlas	— 0, 076	— 0, 015
Plejone	— 0, 079	— 0, 018

Wären die Rectascensionsbeobachtungen *Bradley's* eben so zuverlässig, als die Declinationen, so könnte man auch diese vergleichen und so vielleicht zu einem Schlusse über die Lage der Ebene gelangen, auf welche, als allgemeine mittlere, sich die Bewegungen innerhalb der Plejadengruppe beziehen. So bleibt uns nur übrig als wahrscheinliche Vermuthung auszusprechen, dass diese Bewegungen sich auf Alcyone beziehen und der Richtung NOSW folgen.

Die erste Bedingung ist also für Alcyone sowohl als für die Gruppe im Ganzen erfüllt, und wir haben es der ausgezeichneten Genauigkeit der Beobachtungen zu danken, dass eine so schöne Uebereinstimmung bei Veränderungen von so äusserst geringem Belange erzielt worden ist.

§. 20.

Bevor wir zu den weiter zu erfüllenden Bedingungen fortschreiten, wird es zweckmässig sein, eine andre benachbarte Gruppe, die Hyaden, gleichfalls zu betrachten, die zwar weit weniger gedrängt, als die Plejadengruppe, doch aber noch augenfällig genug sich heraushebt und in einer Gegend liegt, welche noch innerhalb der §§. 213 u. 214 bezeichneten Grenzen fällt. — Aldebaran, der hellste Stern im Stier, gehört, seiner Bewegung

nach, nicht eigentlich zu dieser Gruppe, sondern ist nur optisch mit ihr verbunden. Die Bezeichnungen der Rubriken sind in der obigen Bedeutung genommen.

Name.	AR.	Decl.	s	φ	ψ	$(\varphi - \psi)$
δ^1 Tauri	63 26'	+17° 10'	0,126	105,01	162,07	— 57,06
63 =	63 34	16 24	0,030	(208, 3)	162, 7	
δ^2 =	63 43	17 4	0,114	110, 0	163, 0	— 53, 0
δ^3 =	64 4	17 33	0,150	105, 4	163, 4	— 58, 0
70 =	64 7	15 34	0,052	90, 0	163, 1	— 73, 1
71 =	64 19	15 15	0,099	103, 5	163, 2	— 59, 7
ε =	64 49	18 49	0,105	100, 5	164, 3	— 63, 8
75 =	64 49	16 0	0,043	293, 0	163, 8	+ 129, 2
76 =	64 50	14 23	0,130	97, 8	163, 5	— 65, 7
ϑ^1 =	64 52	15 36	0,033	(132, 5)	163, 7	
ϑ^2 =	64 53	15 31	0,110	92, 7	163, 7	— 67, 1
79 =	64 58	12 41	0,150	112, 3	163, 2	— 50, 9
80 =	65 15	15 17	0,084	100, 2	164, 0	— 63, 8
81 =	65 23	15 20	0,139	94, 1	164, 2	— 70, 1
83 =	65 24	13 22	0,065	112, 6	163, 8	— 51, 2
84 =	65 31	15 45	0,032	(158, 2)	164, 4	
85 =	65 41	15 30	0,056	129, 9	164, 5	— 34, 6
ρ =	66 12	14 30	0,130	108, 9	164, 7	— 55, 8
89 =	67 15	15 42	0,099	94, 5	165, 9	— 71, 4
σ^1 =	67 20	15 29	0,061	169, 6	166, 0	+ 3, 6
σ^2 =	67 32	15 36	0,032	(118, 2)	166, 2	

Anmerk. Bei den Sternen, deren Eigenbewegung unter 0'',04 ist, halte ich die Angabe nicht für sicher genug, um auch die Richtung der Bewegung mit einiger Annäherung zu bestimmen. Sie ist deshalb für die 4 Sterne: 63, ϑ^1 , 84, σ^2 Tauri nur in Parenthese beigesetzt und kein weiterer Schluss daraus gezogen.

Im Mittel ergibt sich:

Jährliche Bewegung der Hyadengruppe 0,0876

Richtung der Bewegung = $\psi - 44^0,9$.

Mit dieser mittleren Richtung stimmen unter 18 Sternen 16 sehr gut überein, und die 2 dissentirenden gehören möglicherweise gar nicht zur Gruppe, sondern stehen hinter, wie Aldebaran vor derselben. Doch mögen künftige Beobachtungen hierüber entscheiden. — Rücksichtlich der Bewegungsquantität zeigt sich weit weniger Uebereinstimmung, als bei den Plejaden, doch sind auch hier die Beobachtungen weder so zahlreich, noch so genau, als bei jener Gruppe. Eine physische engere Verbindung, eine gemeinsame Bewegungsrichtung dieses Complexes, kann also zwar mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, aber in

keinem möglichen Falle eine bloß scheinbare, durch die Sonnenbewegung erzeugte, Fortrückung, da die Abweichung $44^{\circ},9$ bei weitem zu gross ist, um irgend welchen Fehlern zugeschrieben werden zu können. Hier also ist der allgemeine Schwerpunkt ganz bestimmt nicht zu suchen.

§. 21.

Sind die Bewegungen in der Nähe des allgemeinen Schwerpunktes die schwächeren und namentlich schwächer als die unsrer Sonne, so muss die zusammengesetzte Bewegung, wie sie sich als Resultat der wirklich eignen und der durch die Sonnenbewegung erzeugten scheinbaren für uns herausstellt, von der durch letztere vorgeschriebenen Richtung um so weniger abweichen, je mehr die Sonnenbewegung überwiegt, d. h. je geringer die wahre eigne ist. Zieht man also um den supponirten Centralpunkt herum am Himmelsgewölbe concentrische Kreise, so muss (allerdings nur im allgemeinen Durchschnitt, da die bloß optisch grössere Nähe nicht auch bei jedem einzelnen Stern eine physisch geringere Entfernung andeutet) der jene Abweichung ausdrückende, oben durch $(\varphi - \psi)$ bezeichnete Winkel von Region zu Region wachsen, wenn anders die Zahl der verglichenen Sterne gross genug ist, um die von der verschiedenen wirklichen Entfernung herrührenden Ungleichheiten verschwinden zu machen. In bedeutendem optischen Abstände vom Centralpunkte werden diese Abweichungen anfangs langsamer und endlich gar nicht mehr zunehmen, da hier die Sterne, welche eine raschere Bewegung als unsre Sonne haben, sich mehr und mehr anhäufen müssen, dergestalt, dass alle Winkel um 45° herum etwa gleich häufig vorkommen. Abweichungen von 90° oder darüber können in den innern Regionen gar nicht, oder doch nur ausnahmsweise bei solchen Sternen vorkommen, welche über doppelt so weit als der Centralpunkt von uns stehen, jedenfalls also nur eine schwache Winkelbewegung zeigen können. Würde in diesen innern Regionen jedenfalls auch nur ein einziger Stern von etwas beträchtlicher und mehr als 90° von der oben durch ψ bezeich-

neten Richtung abweichender Bewegung gefunden, so würde ein solcher unsern angenommenen Centralpunkt als unstatthaft bezeichnen,

Es muss aber auch die mittlere Quantität der beobachteten jährlichen Veränderung von Region zu Region wachsen. Denn wenn in einem System von Bewegungen diese aus je zweien dergestalt zusammengesetzt sind, dass die eine Bewegungs-Componente sich durchschnittlich gleich bleibt, die andre dagegen einem bestimmten Gesetze folgend wächst, so muss auch die aus beiden zusammengesetzte Bewegung nach eben diesem Gesetze, wenn gleich in geringerem Verhältnisse, wachsen. Es muss daher nachweisbar sein, dass ein solches Wachsen sowohl der durchschnittlichen, als auch, einzeln genommen, der stärksten Bewegungen, von Region zu Region hin, Statt finde, stets unter der Voraussetzung, dass die Zahl der verglichenen Sterne gross genug sei, um einerseits nicht durch die speciellen Differenzen das Resultat vereitelt zu sehen, andererseits die aufgestellte Reihenfolge nicht einem blossen glücklichen Zufalle zuschreiben zu können.

Es würde gewiss von grossem Interesse sein, die Bewegungen möglichst zahlreicher Sterne in allen Regionen des Himmels zu diesem Behufe vergleichen zu können. Aber diese Aufgabe scheitert an der Unmöglichkeit der Durchführung, wenigstens für den Einzelnen. Wollte man auch die Kräfte Mehrerer vereinigen, so würden dennoch reichlich $\frac{3}{10}$ des Firmaments übrig bleiben, da jenseits des -25° nur äusserst wenige Eigenbewegungen mit einiger Zuverlässigkeit bekannt sind, indem die südliche Halbkugel sich im 18. Jahrhundert noch keines *Henderson* und *Maclear* erfreute. — Man wird deshalb sich mit dem in der Gegenwart Möglichen und Ausführbaren begnügen müssen und es den trefflichen Arbeiten *Bradley's* zu danken haben, dass unsre Aufgabe nicht dem 20sten, oder einem noch späteren Jahrhundert ganz und gar überlassen werden muss.

§. 22.

Ich habe, um in keiner Art eine Willkür bei Auswahl der zu vergleichenden Sterne eintreten zu lassen, aus dem *Bradley*-schen (für 1755 geltenden) Catalog alle in diese Region fallenden Sterne und keine andern zur Berechnung hinzugezogen. Sie sind mit wenigen Ausnahmen von *Piazzi* (1800), die meisten auch von neuern guten Beobachtern, wiederholt bestimmt worden. Diejenigen, für welche sich keine neuere Ortsbestimmung in den öffentlich bekannt gemachten Catalogen fand, wurden in den Jahren 1845—47 auf der Dorpater Sternwarte bestimmt. Die einzelnen Resultate, auch selbst in der obigen blos tabellarischen Form, können hier keinen Platz finden; ich verweise in dieser Beziehung auf das ausführliche Werk und gebe nur die Durchschnittszahlen für die verschiedenen Regionen, welche von 5° oder 10° Abstand angenommen sind.

Plejadengruppe:	Mittlere jährliche Bewegung.	0,"0699
(11)	Grösste (bei Merope)	0,"084
	Mittlere Abweichung der Richtung	$2^{\circ},9$
	Grösste (bei Celeno)	$29^{\circ},1$

Sterne bis zu 5° Abstand:	Mittlere jährl. Beweg.	0,"0701
(12)	Grösste (39 Tauri)	0,"218
	Mittlere Abweichung	$29^{\circ},9$
	Grösste (33 Tauri)	$61^{\circ},8$

Sterne von 5 — 10° Abst.:	Mittlere jährl. Beweg.	0,"0696
(31)	Grösste (δ Arietis)	0,"179
	Mittlere Abweichung	$38^{\circ},0$
	Grösste (τ^2 Arietis)	$106^{\circ},8$

Sterne von 10 — 20° Abst.:	Mittlere jährl. Beweg.	0,"0890
(101)	Grösste (104 Tauri)	0,"560
	Mittlere Abweichung	$44^{\circ},3$
	Abweichungen über 90°	6

(Die bereits oben besonders
aufgeführte Hyadengruppe
ist hier nicht mitgenomm.)

Sterne von 20—30° Abst.:	Mittlere jährl. Beweg.	0,"1067
(159)	Grösste (δ Trianguli)	1,"197
	Mittlere Abweichung	48°,6
	Abweichungen über 90°	17

Sterne von 30—40° Abst.:	Mittlere jährl. Beweg.	1,"096
(224)	Grösste (δ Eridani)	4,"080
	Mittlere Abweichung	46°,1
	Abweichungen über 90°	28

Sterne v. 82½—97½° Abst.:	Mittl. jährl. Eigenbeweg.	0,"1183
(302)	Grösste (61 Cygni)	5,"278
	Mittlere Abweichung	65°,2
	Abweichungen über 90°	63

§. 23.

Diese Fortschreitung ist eine solche, wie sie nach dem Obigen erwartet werden muss. Sie zeigt, dass alle dort angegebenen und zu erfüllenden Forderungen durch die Beobachtungen auch als wirklich erfüllt nachgewiesen werden können. Sie würde sogleich an Regelmässigkeit verlieren, wenn man den Centralpunkt, statt ihn in Alcyone zu setzen, auch nur um 4 bis 5° nach irgend einer Seite hin entfernt annehmen wollte, und ganz verschwinden, wenn man irgend einen andern Punkt des Himmels wählte, wie freilich hier nicht näher ausgeführt werden kann. Ausserdem aber müsste, wenn der Schwerpunkt blos in die Nähe der Plejadengruppe und nicht in diese selbst fiel, die gedachte Gruppe eine selbsteigene Bewegung um diesen Schwerpunkt haben, und man müsste erwarten, dass eine solche sich durch die Abweichung der Bewegungsrichtung verriethe. Nach den §. 217 gegebenen Resultaten zeigt sich eine solche Abweichung durchaus nicht; die Beobachtungen harmoniren auf's Vollkommenste

mit einer Ruhe der Gruppe überhaupt und des hellsten, die Mitte einnehmenden Sterns Alcyone insbesondere; es vereinigt sich also Alles dahin, diese reiche und glänzende Sterngruppe, neben welcher das ganze Firmament nichts Aehnliches aufzuweisen hat, als das allgemeine Bewegungscentrum anzunehmen für alle die Millionen Sonnen, mit Inbegriff ihrer eignen Systeme, und bis zu den entferntesten Regionen der Milchstrasse hin.

So sehr ich nun auch bemüht gewesen bin, diesen Gegenstand dem Leser zur möglichsten Evidenz zu bringen, so wird doch Niemand einen vollständigen wissenschaftlich genügenden Beweis hier erwarten. Aber es war nothwendig, einen eben so wichtigen als neuen Satz nicht ohne Weiteres als blosser Behauptung hinzustellen, sondern mindestens den Gang zu bezeichnen, den die desfallsige Untersuchung genommen hat, und denjenigen, der eine gründlichere Einsicht zu erlangen wünscht, zum Studium des mehrerwähnten grösseren Werkes vorzubereiten. Es werden Zeiten kommen, wo der Beweis kürzer, einfacher, fasslicher als jetzt wird geführt werden können, und man wird über das Fixsternsystem einst vielleicht in eben so elementarer Weise sprechen, als gegenwärtig über unser Planetensystem. Wenn wir erst mehrere Parallaxen der Sterne durch direkte Messung bestimmt haben werden, so wird man noch ganz andre und viel umfassendere Kriterien als jetzt aufzuführen im Stande sein, und zugleich mit den Einzelheiten des Systems vertrauter werden, von denen jetzt nur erst ein so schwacher Anfang gegeben ist und die gleichwohl einen so unendlichen Reichthum der Thatsachen uns ahnen lassen.

Die vorstehend in ihren allgemeinsten Umrissen gegebene Theorie des Fixsternsystems enthält keineswegs, wie eine oberflächliche Betrachtungsweise wohl glauben machen könnte, ein neues Naturgesetz. Vielmehr ist sie nichts, als eine neue folgerichtige Anwendung des alten und allgemein bekannten. Die fortschreitende genauere Erforschung dieses grossen Organismus und seiner einzelnen Theile wird noch zu manchen bis-

her nicht versuchten Anwendungen eben dieses Gesetzes Veranlassung geben; denn die Formeln, zu deren Entwicklung uns die Verhältnisse des Planetensystems geführt haben, werden unzureichend befunden werden, wenn es gilt, die speciellen Beziehungen der Fixsterne zu einander (wie z. B. in den drei- und mehrfachen Sternen) darzustellen. Hoffen wir, dass der Eifer und die Beharrlichkeit, der Beobachter wie der Theoretiker, bei dieser als unendlich zu bezeichnenden Aufgabe nimmer ermüden möge!

§. 24.

Es ist noch nicht an der Zeit, irgendwie bestimmte Folgerungen über die weiteren sich hier darbietenden Fragen, wie Gestalt, Vertheilung und Lage der Bahnen, zu geben. Nur Einiges stehe hier als Versuch, aus den wenigen speciellen That-sachen, die jetzt schon benutzt werden können, eine allgemeine Vorstellung von der äussern Gestaltung des Fixstern-ganzen sich zu bilden.

Im allgemeinen Centrum steht eine Gruppe, dicht gedrängt, und reich an grossen glänzenden Sternen, wie keine andre des gesammten Complexes. Ihr Schwerpunkt fällt mit dem Schwerpunkt des gesammten Fixsternhimmels zusammen, oder es lässt sich wenigstens gegenwärtig noch nichts über einen etwaigen Unterschied beider angeben. Am wahrscheinlichsten fällt er zusammen mit dem mittleren und augenfällig hellsten Sterne der Gruppe *), der also, wenn die Benennung „Centralsonne“ jetzt noch eine Anwendung finden soll, unter allen übrigen Sternen den gegründetsten Anspruch darauf hat. Die Umlaufszeiten der Sterne innerhalb dieses Systems dürften durchschnittlich auf etwa 2 Millionen Jahre sich stellen.

Zunächst um diese Gruppe, deren Durchmesser etwa auf den 40sten Theil ihrer Entfernung von unsrer Sonne zu setzen

*) Eine eigenthümliche Volksbenennung der Alcyone ist die „Gluck-henne mit den Küchelchen,“ und als solche wird sie in der Lutherischen Uebersetzung des Buches Hiob (9, 9.) aufgeführt.

ist, befindet sich ein verhältnissmässig sternarmer Raum, der sich bis in eine, etwa dem sechsfachen Durchmesser der Gruppe gleiche Entfernung nach allen Richtungen herum zieht, wo dann wieder eine reichere Zone beginnt.

Ob diese Zone sich in der Wirklichkeit ringförmig gestalte, von welcher Breite und Mächtigkeit sie sei u. dergl. m., dies werden erst spätere Untersuchungen mit Sicherheit erörtern können. Mir ist es, nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen, wahrscheinlich, dass, von Alcyone und der Mittelgruppe ab, nach allen Seiten sternarme und sternreiche Regionen auf einander folgend abwechseln, und dass diese Regionen sich vorherrschend ringförmig gestalten. Was unsre Sonne betrifft, so liegt sie höchst wahrscheinlich in einer sternarmen Gegend und gehört nur dem allgemeinen Verbande an, ohne sich mit andern Sternen zu einer Gruppe, oder speciell zu einem Binarsysteme vereinigt zu haben.

Einige (weiterhin näher zu erwähnende) Thatsachen scheinen dafür zu sprechen, dass auch dunkle Massen in diesem Complex vorhanden sind, und zwar nicht blos als sekundäre Fixternbegleiter, wie die Planeten bei unsrer Sonne, sondern auch selbstständig und vielleicht sogar leuchtende Körper um sich herumführend. *)

Einigermassen lässt sich die Umlaufszeit der Sonne und annäherungsweise auch der übrigen Fixsterne, wenigstens derer, welche nicht in gar zu verschiedenem Abstände vom Centralpunkte

*) Ausser dem, was bei den veränderlichen Sternen gesagt werden wird, scheint hier noch besonders die von *Bessel* hervorgehobene Thatsache herzugehören, dass nämlich die Bewegung des Sirius und Procyon eine ungleichmässige sei, so dass neben der allgemeinen Bewegung noch eine besondere kleine von kurzer Periode (einige Jahrzehende etwa) bei ihnen sich zeige. Da sich diese doch wohl auf einen Körper in der Nähe beziehen muss und wir keinen solchen dort erblicken, so nimmt *Bessel* an, dass sich hier grosse dunkle uns unsichtbare Körper befinden, um welche die genannten Fixsterne eine uns sichtbare Bahn beschreiben. — Auch hier sind fortgesetzte Untersuchungen im höchsten Grade erwünscht und lassen uns die interessantesten Folgerungen von der Zukunft hoffen.

stehen, schon jetzt bestimmen. Die scheinbare Bewegung der Alcyone, von der Sonne aus gesehen, d. h. die wahre unserer Sonne von Alcyone aus gesehen, ist $7''$ in einem Jahrhundert. Ist diese gegenwärtige Winkelbewegung unserer Sonne gleich ihrer mittleren (was bei einer Kreisbahn genau, bei einer davon abweichenden nur annähernd der Fall ist), so erhalten wir $18\frac{1}{2}$ Millionen Jahre, oder etwa das Hunderttausendfache der Umlaufszeit des äussersten der uns bekannten Planeten. — Ueber ihren Abstand wird sich Einiges ergeben, wenn wir die weiter folgenden Untersuchungen beendet haben werden.

Die Bahn unserer Sonne hat ferner eine Neigung gegen die jetzige Ebene der Erdbahn von $84^{\circ}0'$, ihr aufsteigender Knoten auf derselben liegt in $236^{\circ}58'$ der Länge und es werden beiläufig 160000 Jahre verfliessen, bevor die Sonne diesen Punkt erreicht.

Mögen nun diese innern Regionen der Fixsternwelt sich ringförmig oder auf andre Weise gliedern, in keinem Falle bilden sie einen sphärisch erfüllten Raum. Vielmehr scheinen sie, auch ganz abgesehen von der Milchstrasse, eine ziemlich flache Schicht zu bilden, deren grosse Axe etwa mit der Ebene der Milchstrasse zusammenfällt. Die äussersten Theile dieser Region bilden übrigens ziemlich bestimmt einen Ring, denn hier häufen sich die Sterne 7ter bis 10ter und 11ter Grösse ungewöhnlich an, theils auf dem Grunde der Milchstrasse, theils nahe an ihren Grenzen hinziehend, welche grössere Anhäufung vorzugsweise in der südlichen Halbkugel, so wie auch auf der nördlichen im Sternbilde des Schwans und an einigen andern Punkten stattfindet.

Der hier erwähnte Sternenring fällt zwar für den Anblick mit unbewaffnetem Auge ziemlich mit der Milchstrasse zusammen, da diese grössere Häufigkeit, in der nördlichen Halbkugel wenigstens, die mit blossen Auge sichtbaren Sterne nur wenig trifft und alles Uebrige nur als vereinigter Schimmer gesehen wird. Aber schon ein mässiges Fernrohr, ein Fraunhoferscher Kometensucher z. B., zeigt die Sterne dieses Ringes mit hinreichender Deutlichkeit einzeln, während die weiter entfernte eigent-

liche Milchstrasse nur in sehr lichtstarken Fernröhren auflöslich ist. Diese besteht aus wenigstens zwei hintereinander liegenden nahezu concentrischen Ringen mit einem, durch brückenartige Verbindungsglieder unterbrochenen, sternarmen Zwischenraume. Die Zahl der darin befindlichen und in *Herschel's* grösstem Teleskop noch sichtbaren Sterne schätzt er auf 18 Millionen.

Ob hinter diesen beiden Ringen, welche, wie oben bemerkt, auf der südlichen Halbkugel im Scorpion und dem südlichen Kreuz besonders glänzend erscheinen, und die auf $\frac{2}{5}$ ihres Zuges (vom Schwan bis in die Nähe des Südpols) uns getrennt erscheinen, noch mehrere ähnlicher Art sich hinziehen, vermögen wir nicht zu erforschen. Die Lage unsrer Sonne im Fixsternsystem scheint eine solche zu sein, dass ausser der erwähnten Theilung perspectivisch keine weitere möglich ist, und das, was etwa noch jenseits des äussersten uns sichtbaren Ringes in ähnlicher Weise existirt, mit diesem zusammenfallen, oder vielmehr von ihm verdeckt werden muss.

Es scheint, dass ein unaufgelöster Lichtschimmer auch in den kräftigsten Instrumenten noch übrig bleibe, und solchergestalt das, was wir als einzelne Sternpunkte dort erblicken, keineswegs das Ganze sei. Kaum ist das anders zu erwarten, vollends wenn die so eben vorgetragene Muthmaassung von noch mehreren hintereinander liegenden und sich perspectivisch deckenden Ringen in der Natur begründet sein sollte.

Wir gewahren in diesen Ringen Ungleichheiten, die keineswegs eine blos optische Erklärung zulassen. Einzelne Stellen sind breiter, glänzen stärker, zeigen anomale Ausbiegungen und Spaltungen u. dergl. Die brückenartigen Zwischentheile, durch welche sie unter einander verbunden sind, gewahrt man besonders in der glänzendsten Gegend des Zuges, dem Scorpion und südlichen Kreuze. Hier entstehen durch den Kontrast mit diesen Verbindungsgliedern dunkle Inseln, in denen Einige eine auffallende und abnorme Schwärze des Himmelsgrundes wahrgenommen haben. — In der Volkssprache werden sie als Kohlen-

säcke bezeichnet. Wir erwarten noch bestimmteren Aufschluss darüber.

Wenn wir jene oben angegebenen 18 Millionen auch nur als ganz ungefähre Bestimmung gelten lassen und bedenken, dass die Zahl der übrigen, zur eigentlichen Milchstrasse nicht gehörenden und uns näher liegenden Sterne gleichfalls auf mehrere Millionen steigt; dass ferner diese Anzahl von mindestens 20 Millionen nur diejenigen Körper begreift, welche selbstleuchtend und zwar stark genug selbstleuchtend sind, um mit unsern Werkzeugen wahrgenommen werden zu können, während allgemeine wie besondere Wahrscheinlichkeitsgründe dafür sprechen, dass andre (dunkle oder schwach leuchtende) Massen in nicht unbedeutender Quantität sich neben jenen glänzenden dort befinden, so resultirt in der That eine Unendlichkeit für uns. Wer, selbst wenn unsre Werkzeuge sie deutlicher und nach ihren besondern Eigenthümlichkeiten zeigen könnten, würde jemals es vermögen, sie alle einzeln zu kennen, zu erforschen, zu beschreiben?

„Nicht deutet, nicht zählt sie der ird'sche Verstand,

Sie sind nur allein ihrem Schöpfer bekannt.“

§. 25.

Wenn uns das Bisherige über Form, Fülle und allgemeine Constitution der Fixsternwelt so weit, als es in der Gegenwart möglich ist, Aufschluss gegeben hat, so bleibt noch ein Hauptgegenstand übrig, ihre räumliche Grösse. Wir kennen die Dimensionen unsrer Planetenwelt und sind im Stande, sie auf ein beliebiges, uns bekanntes Maass zu reduciren. Wir gelangten dahin, indem wir zuerst die Grösse der Erde selbst durch direkte Messung und Beobachtung bestimmten, und hierauf, in der, den sichersten Erfolg versprechenden Weise, die Distanz des uns nächsten und, gleich unsrer Erde, um die Sonne kreisenden Planeten in Erdhalbmessern feststellten. Hieraus ergab sich durch Anwendung

der Bewegungsgesetze gleich folgerichtig auch die Distanz der Sonne und aller zu ihrem System gehörenden Körper. — Sind wir nun im Stande, bei den Fixsternen ein ähnliches Verfahren einzuschlagen, und bietet sich uns eine Basis, von der aus wir den nächsten Stern und durch dessen Hülfe auch die übrigen der Entfernung nach bestimmen können?

Und sollten sich, mit mehr oder weniger Bestimmtheit, einzelne hierauf bezügliche Resultate ergeben, wie sollen wir sie fasslich ausdrücken? Reicht die Meile, der Halbmesser des Erdkörpers, ja selbst der Halbmesser ihrer Bahn um die Sonne, noch hin, um solche Weiten anders als in ungeheuren, dem Vorstellungsvermögen des Erdbewohners nur schwer oder gar nicht mehr zugänglichen Zahlen auszudrücken? Denn bei Betrachtungen dieser Art muss man gewärtig sein, auf Zahlen zu stossen, die zwar ohne Schwierigkeit multiplicirt, dividirt und in sonstiger Weise arithmetisch behandelt, aber nicht mehr begriffen werden können in dem Sinne, dass man eine klare sinnliche Vorstellung von ihnen gewinne.

In der That hat die Astronomie sich veranlasst gesehen, einen Maassstab einzuführen, der an Grossartigkeit seines Gleichen nicht hat, nämlich den Weg, den der Lichtstrahl in einer gegebenen Zeit zurücklegt. Vom Monde bis zur Erde (51000 Meilen) bedarf das Licht $1'',24$, von der Sonne bis zur Erde $498'',2$ (Zeitsekunden). Bei den entfernteren Planeten wachsen diese Lichtzeiten zu Stunden an (vom Neptun zur Erde bedarf das Licht zwischen 4 und 5 Stunden Zeit); und bei den Kometen, die Jahrtausende zu ihrem Umlaufe gebrauchen, zu Tagen. Da wir nun die Zeit in Jahren, ja in noch grössern Cyclen ausdrücken können und auszudrücken gewohnt sind, so haben wir einen Maassstab gewonnen, der uns selbst da, wo Millionen von Erdweiten, ja Billionen von Halbmessern derselben auszudrücken sind, auf fassliche und bequem vergleichbare Zahlen führt: wir bestimmen die Zahl der Jahre, welche der Licht-

strahl gebraucht, um von einem gegebenen Stern zu unserm Auge zu gelangen.

Die Gleichförmigkeit dieses Maassstabes ist auch keineswegs eine bloß ideelle. Wir haben oben gesehen, dass es keinen Unterschied mache, ob der Strahl von einem mit erborgtem oder mit eigenem, und wenn letzteres, mit schwächerem oder stärkerem Lichte leuchtenden Körper zu uns gelange. Wir erhalten also durch eine Bestimmung dieser Art nicht bloß einen möglichst bequemen Ausdruck für die Entfernung selbst, sondern wir werden auch belehrt, dass das, was wir erblicken, sich auf einen Zeitpunkt bezieht, der so und so viele Jahre hinter uns liegt, dass folglich der betreffende Körper in der angegebenen Vorzeit wirklich, und zwar so, wie wir ihn jetzt erblicken, bereits existirte. Lernen wir nun auch durch diese Schlussfolge eben so wenig als durch die herausgebrachten Umlaufszeiten das Alter der Welt kennen, so gelangen wir doch in jedem bestimmbaren Falle zu einem Minimum für dieses Alter, zur Kenntniss der Dauer eines Abschnittes der Zeit, während welcher er bereits existiren muss.*) Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir nun dem Gegenstande selbst näher zu kommen suchen.

§. 26.

Unsre Erde nimmt von 6 zu 6 Monaten im Weltenraume Oerter ein, welche um den Durchmesser ihrer Bahn ($41\frac{1}{3}$ Millionen geographischer Meilen) auseinanderliegen. Dies ist also

*) Es schien zweckmässig, die innere Natur dieser Schlüsse, an denen Mancher schon einen Anstoss genommen, in möglichst einfacher, verständlicher Weise darzulegen. Wir wissen es sehr wohl, dass unsre hierauf sich beziehenden Daten auf arithmetische Genauigkeit keinen Anspruch haben, und dass die Zukunft sehr bedeutende Mängel zu berichtigen haben wird. Aber diese Modifikationen wird die Wissenschaft stets nur sich selbst, d. h. der genaueren Beobachtung und der schärferen und tiefer eindringenden Theorie verdanken: durch angeblich historische Zeugnisse über das Alter der Weltkörper kann die Wissenschaft sich nie auch nur im Geringsten beirren lassen, wie jeder Unbefangene wohl von selbst einsieht.

die grösste Verschiedenheit des Standpunktes, welche wir zur Messung andrer Entfernungen in Anwendung bringen können. An jedem zu bestimmenden entfernten Punkte werden diese Oerter einen von der Entfernung selbst abhängenden Winkel einschliessen, und dieser Winkel des Dreiecks ist es, welchen wir zu bestimmen haben. Er wird Einfluss auf den scheinbaren Ort des Sternes haben, in der Weise, dass dieser von dem Orte aus, den er, von der Sonne gesehen, einnehmen würde, stets nach derjenigen Seite hin abweicht, welche dem auf die Sonne bezogenen Orte der Erde entgegengesetzt ist, und die Bemühungen der Astronomie waren schon früh darauf gerichtet, diesen Winkel zu finden. Für diejenigen Zeiten, in welchen noch Zweifel an der Richtigkeit des Copernicanischen Systems möglich waren, hatten jene Bemühungen noch eine eigenthümliche Bedeutung. Die Auffindung der Fixsternparallaxen (des eben gedachten Winkels) hätte es gleichsam mit einem Schlage unwiderleglich bewiesen; wurde im Gegentheile der Nachweis geführt, dass den Fixsternen ganz und gar keine Parallaxe zukomme, so war es auch mit der Bewegung der Erde um die Sonne nichts. *Copernicus*, wie bereits früher erwähnt, erkannte sehr wohl das Gewicht dieses Einwurfes, denn zu seiner Zeit war allerdings noch keine Spur einer solchen Parallaxe aufzufinden. Er konnte sich selbst keine andre Antwort geben, als dass die Fixsterne zu weit entfernt seien, um eine merkliche Abweichung von ihrem mittleren Orte in den Beobachtungen zu verrathen. So konnte man hoffen, dass die Folgezeit, welche genauere Beobachtungen ermöglichen werde, auch hierin sich besserer Erfolge werde erfreuen können. *Tycho* brachte bald nach *Copernicus* eine wenigstens sechsmal so grosse Genauigkeit in die Beobachtungskunst: er konnte seinen Winkel auf 3—5 Minuten versichert sein. Nachdem *Hook* das Fernrohr mit dem Quadranten in Verbindung gebracht hatte, ging zwar seine etwas übereilte Hoffnung, man werde fortan um so viel genauer messen können, als das Fernrohr vergrössere, nicht in diesem Maasse in Erfül-

lung, doch aber konnte man nun schon nicht bloß einzelner Minuten, sondern (namentlich seit *Flamsteed*) in günstigen Fällen auch sogar der Halben und Viertel derselben versichert sein. Und *Bradley* brachte, weniger durch Vergrößerung des Fernrohrs, als durch genauer gearbeitete und eingetheilte Instrumente, vor Allem aber durch seine musterhafte Sorgfalt und Umsicht in ihrer Anwendung, es sogar dahin, dass einzelne Sekunden kein blosser Zifferprunk mehr waren, sondern einen wirklichen praktischen Werth hatten. Mit jeder dieser so sehr bedeutenden Vervollkommnungen wuchs die Hoffnung, die Parallaxen der Fixsterne zu finden — und jedesmal sah man diese Hoffnung getäuscht.

Bradley hatte ein ganz vorzügliches Augenmerk auf diesen Gegenstand gerichtet. Seine am Mauerquadranten angestellten Beobachtungen stimmten zwar unter sich völlig befriedigend, aber die in verschiedenen Jahreszeiten sehr verschiedene Strahlenbrechung, die zu seiner Zeit noch nicht hinreichend genau erforscht war, erregte bei ihm ein nicht ungegründetes Bedenken gegen die strenge Richtigkeit der daraus abgeleiteten Correction. Da nun die Strahlenbrechung im Zenith selbst Null und in der Nähe desselben sehr klein ist, so durfte man hoffen, durch Beobachtung von Zenithsternen, in einem dazu geeigneten Instrumente Angaben zu erhalten, an welche keine, oder doch nur eine so geringe Strahlenbrechung anzubringen war, dass sie mit voller Sicherheit ermittelt werden konnte. Er stellte demnach ein Fernrohr von 24 Fuss Brennweite senkrecht gegen das Zenith auf und versah es mit einem Gradbogen, der nur eine sehr geringe Spannung hatte. So beobachtete er γ Draconis und einige andre dem Wansteeder Zenith nahe kommende Sterne sehr anhaltend mehrere Jahre hindurch in allen Jahreszeiten. Was er entdeckte, war wichtig genug; er fand auf diese Weise Aberration und Nutation — aber eine Parallaxe ergab sich nicht. *Bradley* hielt sich für überzeugt, dass eine Parallaxe dieser Sterne, die auch nur eine Sekunde betragen hätte, sich in seinen Beobachtungen gezeigt haben müsste.

§. 27.

Um einigermaassen zu überschauen, zu welchen immer grössern Entfernungen die fortwährende Verkleinerung der Grenzen führt, in denen die Parallaxe eingeschlossen sein musste, möge hier eine kleine Zusammenstellung folgen, bei welcher die supponirte Parallaxe in Bogensekunden und die derselben entsprechende Entfernung in Erdweiten (Halbmessern der Erdbahn) angegeben sind.

Parallaxe	Entfernung.
1 Minute.	3437,75
30"	6875,5
20"	10313,24
15"	13751
10"	20626,5
5"	41253
2"	103132,4
1"	206264,8

Der letztere Werth ist nun schon 4,200,000,000,000 Meilen; überhaupt entspricht einer Parallaxe von x Sekunden eine Entfernung von $\frac{206264,8}{x}$ Erdweiten.

Bradley und sein Mitarbeiter *Molyneux* hatten, was sie mit so vieler Geschicklichkeit und Beharrlichkeit gesucht, nicht gefunden; durfte man hoffen, noch genauere Resultate zu erhalten als jene mit Recht bewunderten Beobachtungen ergeben hatten? Vielleicht aber waren gerade die wenigen Sterne, welche das Zenith von Kew und Wanstead passirten, wirklich zu weit entfernt, und es konnte andre, uns viel näher stehende, am Himmel geben, bei denen die Versuche einen besseren Erfolg hoffen liessen. In diesem Sinne wandte *Brinkley* in Dublin fast seine ganze astronomische Thätigkeit der Auffindung der Parallaxen zu und glaubte auch nach vieljährigen Bemühungen zu einigen positiven Resultaten gelangt zu sein. So fand er z. B. für Wega

$$\begin{array}{r}
 360000 \\
 20000000 \\
 \hline
 720000000000 \\
 60000 \\
 \hline
 - 55 - 7200000060000
 \end{array}$$

(α Lyrae) $0'',57$, was auf etwa 360000 Erdweiten geführt hätte. Allein die gleichzeitigen mit sehr grossen, mauerfest in eine unveränderliche Stellung gebrachten und auf einzelne bestimmte Sterne gerichteten Fernröhren angestellten Beobachtungen *Pond's* in Greenwich widersprachen diesen Resultaten und setzten die Parallaxe auf Null oder eine dieser so nahe kommende kleine Grösse herab, dass wieder Alles zweifelhaft wurde. Nicht grösseren Erfolg hatten die Bemühungen *Calandrelli's* und *Piazzi's*, die weit grössere Parallaxen als *Brinkley* erhielten, doch ohne dass ihre Beobachtungen, unter sich selbst verglichen, eine hinreichende Gewähr für ihre Anwendbarkeit zu so feinen Untersuchungen darbot.

Das jahrhundertlange Fehlschlagen, auch selbst der sorgfältigsten Untersuchungen, entmuthigte die Astronomen nicht, sondern trieb sie nur an, auf neue und noch wirksamere Mittel zu denken. Man hatte bisher bei der Auswahl der zu untersuchenden Sterne sich meist von der Helligkeit leiten lassen. Es war aber sehr wohl möglich, dass die uns näher stehenden Sterne nicht grade durch grössere Helligkeit sich auszeichnen, wie ja z. B. der uns so nahe Mars nicht so hell ist, als der 10mal weiter entfernt bleibende Jupiter. Ein viel sichrerer Kriterium glaubte man mit Recht in der stärkeren Eigenbewegung zu finden. *Bessel* hatte zuerst (1815) gezeigt, dass der Stern 61 Cygni eine stärkere Eigenbewegung habe, als jeder andre damals bekannte, und auch für noch einige andre ergaben die Vergleichen eine so beträchtliche zu erkennen, dass, wenn man neue Mittel in Anwendung bringen konnte, ein Erfolg in Aussicht stand. Man glaubte diese darin zu finden, dass man die graden Aufsteigungen zweier entweder nahezu 12^h von einander stehender, oder auch zweier bald nach einander in wenig verschiedener Declination culminirender Sterne stets an denselben Tagen beobachtete und aus den Rectascensionsunterschieden die Parallaxen, oder eigentlich ihre Summe oder ihren Unterschied, ableitete. Allein auch diese Bemühungen (man verglich α Cygni

und 61 Cygni, α Lyrae und α Canis maj., α Aquilae und α Canis min.) führten zu Null, oder so kleinen Werthen, dass man sich eingestehen musste, nichts Näheres ermittelt zu haben.

§. 28.

Inzwischen war das bis dahin sehr unvollkommne Mikrometer durch *Fraunhofer's* Bemühungen auf zwei verschiedenen Wegen zu einer Vollendung gelangt, welche neue Anwendungen desselben möglich machten. Mit dem Fadenmikrometer hatte *Struve* und mit dem an das Heliometer angebrachten Messungsapparat *Bessel* an den Doppelsternen (s. den folgenden Abschnitt) Resultate erlangt, deren Genauigkeit sogar Zehntelsekunden noch als reelle Werthe erscheinen liess. Dies machte neue Erwartungen rege. Im eigentlichen Sinne unendlich weit konnten doch die Fixsterne nimmermehr stehen, und an der Richtigkeit des Copernicanischen Systems hatte schon seit mehr als einem Jahrhundert Niemand mehr gezweifelt, der mit der Astronomie nur einigermaassen vertraut war. Und jetzt zum erstenmale sollte diese Hoffnung nicht eitel sein. Fast gleichzeitig (1836) wurden auf drei verschiedenen Punkten und nach drei verschiedenen Beobachtungsmethoden die reellen Parallaxen dreier Sterne gefunden und, durch die weiter fortgesetzten Beobachtungen, innerhalb so enger Grenzen fixirt, dass das Problem als gelöst angesehen werden muss. Die Strenge der theoretischen Untersuchung lässt keinem Zweifel Raum, dass das, was man gefunden, irgend etwas Andres als die Parallaxe sein könne. Betrachten wir diese wichtigen Arbeiten etwas näher.

Bessel hatte mit dem grossen Königsberger Heliometer den schon mehr erwähnten Stern 61 Cygni mit zwei sehr schwachen benachbarten verglichen und in 402 Beobachtungen ihren Abstand und gegenseitigen Richtungswinkel bestimmt. Das Resultat für die Parallaxe ergab sich aus allen Vergleichen im Mittel $0'',3483$, was auf einen Abstand von 592200 Erdweiten (12 Billionen Meilen) und eine Zeit des Lichts (§. 25) von 9 Jah-

ren 3 Monaten führt. Ein halbes Jahr etwa kann als Unsicherheit dieses Resultats bezeichnet werden. *Struve* prüfte mit dem Filarmikrometer des Dorpater Refraktors den Stern α Lyrae und verglich ihn, gleichfalls durch Distanzen und Richtungswinkel, mit einem kleinen, ihm sehr nahe stehenden Sterne, der, da er die Eigenbewegung des grösseren Sterns nicht theilt, mit ihm nicht physisch zu einem Binarsystem verbunden sein kann (in welchem Falle natürlich beide die gleiche Parallaxe haben müssen und kein Unterschied derselben gefunden werden kann). Seine erste 1836 angestellte Beobachtungsreihe gab ihm $0'',125$; die spätere Fortsetzung derselben, wenn Alles zusammengestellt wurde, $0'',2613$. Dies führt auf eine Entfernung von 789400 Erdweiten und eine Zeit des Lichts von 12 Jahren 1 Monat. *Struve* glaubt dieses Resultats bis auf 1 Jahr etwa versichert zu sein.

Beide Beobachter erhielten eigentlich nicht direkt die Parallaxe der betreffenden Sterne selbst, sondern den Ueberschuss ihrer Parallaxe über die des kleineren Sterns, der damit verglichen worden war. Hat dieser nun selbst eine Parallaxe (und eine, wenn auch noch so kleine, wird er doch gewiss haben), so wird die des grösseren Sterns um so viel zu klein gefunden. Aus diesem Grunde wählte *Bessel* zwei kleine Sterne, für die doch nur in einem unwahrscheinlichen Falle dieselbe Parallaxe anzunehmen war und wodurch also, wenn nicht etwa beide gänzlich unbedeutend waren, ein Unterschied der gefundenen Unterschiede hätte entdeckt werden können. Es fand sich kein solcher, und die ermittelte Parallaxe von 61 Cygni ist also ziemlich in demselben Grade genau, wie es die Beobachtungsfehler andeuten.

Henderson am Cap untersuchte durch Meridianbeobachtungen, unabhängig von jeder Vergleichung, die Parallaxe von α Centauri (ein in Europa nicht sichtbarer Stern erster Grösse und zugleich der glänzendste aller Doppelsterne). Die mehrere Jahre hindurch fortgesetzten Beobachtungen *Henderson's* und *Macleary's*

gaben im (nahe übereinstimmenden) Mittel aus beiden Sternen $0'',9213$. Dies führt auf 223000 Erdweiten und eine Zeit des Lichts von 3 Jahren 6 Monaten. Unsicherheit etwa $2\frac{1}{2}$ Monate.

Später (1847) hat *Rümker* aus den am Hamburger Meridiankreise gemachten Beobachtungen die Parallaxe des Arcturus zu $0'',34$ bestimmt (Zeit des Lichts 9 Jahre 5 Monate, mit einer auf $1\frac{1}{4}$ Jahr zu schätzenden Unsicherheit).

Peters in Pulkowa hat durch höchst genaue und zahlreiche Beobachtungen des Polarsterns am Vertikalkreise dessen Parallaxe auf $0'',076$ bestimmt, eine Angabe, die bei ihrer ausserordentlichen Kleinheit nothwendig eine ziemlich beträchtliche Unsicherheit involvirt (Zeit des Lichts 43 Jahre, mit einer Unsicherheit von etwa 7 Jahren). Derselbe Astronom hat noch einige andre Sterne in gleicher Weise beobachtet, wovon einige Resultate in *Struve's* „études d'astronomie stellaire“ veröffentlicht sind. Er findet für 61 Cygni ganz dasselbe Resultat wie *Bessel*, obgleich er die absolute Parallaxe, *Bessel* nur den Unterschied derselben von der, den verglichenen schwächeren Sternen zuzuschreibenden maass, die aber allem Anschein nach völlig unmerklich ist. Für α Lyrae dagegen findet er $0'',10$, also beträchtlich weniger als *Struve*, und selbst noch unter seine erste Bestimmung herabsinkend. Es ist überaus misslich, zwischen so kleinen Grössen eine Wahl zu treffen, doch scheint es freilich, als müsse man für diesen Stern weitere Resultate abwarten.

S. 29.

Wenn gleich die angeführten Sternparallaxen, selbst die am sichersten bestimmte von 61 Cygni, für künftige Berichtigung noch manchen Spielraum darbieten, so darf man sich doch immerhin gestatten, einige weitere Schlussfolgerungen daran zu knüpfen. Zu den interessantesten gehört wohl die über die Eigenbewegung der Sonne, denn da wir für ihre vom Centralpunkt aus gesehene Winkelbewegung einen vergleichungsweise genauen Werth ($0'',0699$) gefunden haben, so würden wir dadurch

unmittelbar auf die Entfernung der Sonne von jenem Punkte schliessen können.

Argelander glaubt nach seinen Untersuchungen, unsrer Sonne eine vergleichungsweise starke Eigenbewegung zuschreiben zu müssen; *O. Struve* dagegen findet, dass sie zu den schwach bewegten Sternen gehöre. Letzterer versuchte auch die absolute Quantität abzuleiten, da er aber hierzu nur zwei Parallaxen benutzen konnte, und zwar gerade solche, die später auf weniger als die Hälfte der früheren Annahme herabgesetzt wurden, so dürfte seine Bestimmung (jährlich $1\frac{1}{2}$ Erdweiten) beträchtlich zu klein sein. Ueberdies hat er die von einem Stern 6ter Grösse aus gesehene Winkelbewegung der Sonne aus den beobachteten Oertern der Doppelsterne und einiger Hauptsterne abgeleitet, und möglicherweise gehören die Doppelsterne durchschnittlich einer anderen Helligkeitsklasse an, als einfache von derselben Entfernung, so dass *Argelander's* Resultat, der, ohne die Helligkeit besonders zu beachten, hauptsächlich nur Sterne von bedeutender Eigenbewegung verglich, mehr Gewähr bieten dürfte.

Da der Stern 61 Cygni, den wir unter allen Fixsternen am genauesten kennen, mit der Sonne und Alcyone ein nahezu gleichschenklichtes Dreieck bildet, dessen Spitze im Centralpunkte liegt, so darf man sich die Annahme gestatten, dass er, als gleich weit abstehend, sich auch eben so schnell als unsre Sonne im Raume fortbewege. Da nun die Richtung seiner, aus der wahren und scheinbaren zusammengesetzten, Eigenbewegung, ihre Quantität, und eben so der Ort des Sterns am Himmel gegeben sind, so kann man unter obiger Annahme das, was in dieser Bewegung ihm selbst angehört, von dem trennen, was nur scheinbar, und durch die Bewegung unsrer Sonne erzeugt ist. Es findet sich für die wahre Eigenbewegung von 61 Cygni jährlich $4'',067$. Die Parallaxe dieses Sterns aber ist nach *Bessel* und *Peters* (§. 28) $= 0'',3483$, und so beträgt seine

Fortrückung im Weltraume $\frac{4,067}{0,3483} = 11,677$ Erdweiten.

§. 30.

So stark ist also die Bewegung eines Sterns, der mit unsrer Sonne sehr nahe gleichen Abstand vom Centralpunkte hat, und es ist hierbei angenommen, dass seine Bewegung von uns unter einem rechten Winkel gesehen werde. Findet diese Voraussetzung nicht Statt, so erblicken wir nur eine verkürzte Projection seiner wahren Bewegung, und diese letztere ist mithin stärker. Es darf aber als wahrscheinlich angenommen werden, dass eine Eigenbewegung, die (einen einzigen später aufgefundenen Stern ausgenommen) als die stärkste unter allen erscheint, von uns nicht unter einer erheblich verkürzten Projection gesehen werde.

Unsre Sonne und 61 Cygni stehen nun in sehr nahe gleicher (nur etwa um $\frac{1}{150}$ verschiedener) Entfernung vom allgemeinen Schwerpunkte; wenn also nicht ausnahmsweise der eine Stern eine ungewöhnlich starke, oder der andre eine ungewöhnlich schwache Bewegung im Vergleich zu seiner Entfernung hat (und beide Annahmen führen auf die allergezwungensten Voraussetzungen), so drückt 11,677 auch nahezu die Bewegung unsrer Sonne aus, was auf $7\frac{2}{3}$ Meilen in der Sekunde führt (fast genau die Geschwindigkeit des innersten Planeten in seiner Sonnennähe). Diese 11,677 Erdweiten erscheinen, von Alcyone aus, unter einem Winkel von $0'',0699$ und die Gesichtslinie trifft auf die Sonnenbewegung unter einem Winkel von $113^{\circ},6$. Bei senkrechter Ansicht würde also aus der gleichen Entfernung die Bewegung $0'',07628$ gross erscheinen und hieraus ergibt sich weiter:

$$\text{Parallaxe der Alcyone} = 0'',006533$$

$$\text{Entfernung} = 31570000 \text{ Erdweiten}$$

$$\text{Zeit des Lichts} = 498\frac{1}{2} \text{ Jahre.}$$

Bezüglich auf unsre Sonnenbewegung vereinigt sich im Schwerpunkte die Wirkung der ganzen Summe von Massen (leuchtender wie dunkler), die innerhalb einer mit dem Radius Vector der Sonne um den Schwerpunkt beschriebenen Kugel

stehen. Für die Summe dieser Massen findet sich, die Sonnenmasse als Einheit gesetzt:

91570000.

Wir erblicken aber in der Region, in welcher sich sämtliche auf die Bewegung unsrer Sonne wirksamen Massen befinden müssen, selbst mit den kräftigsten Hülfsmitteln, höchstens 2 Millionen Sterne; es müssen also entweder die einzelnen Fixsterne durchschnittlich unsre Sonne an Masse erheblich übertreffen, oder der grösste Theil dieser Massen bleibt unsern Sehwerkzeugen verborgen. Zugleich aber ist ersichtlich, dass so ungeheure Körper, als man wohl hin und wieder zu Gunsten irgend einer Hypothese angenommen hat (vgl. z. B. §. 208), in unsrer Fixsternwelt nicht vorhanden sind, da kein Fixstern es vermocht hat, sich durch seine Masse als allgemeiner Centralkörper zu behaupten.

Von der Mitte desjenigen Theiles der Milchstrasse, welche den Plejaden am nächsten kommt, sind diese 21 Grad entfernt. Die Abweichung der Milchstrasse von einem grössten Kreise beträgt durchschnittlich $3\frac{1}{2}$ Grad; hieraus und aus der Zeit des Lichts für Alcyone lässt sich annähernd berechnen:

Halbmesser der Milchstrasse	3380 Jahre Lichtzeit.
Entfernung der Sonne vom nächsten Punkte	
des Zuges	2934
=	=
=	=
=	=
=	=
vom entferntesten	
Punkte des Zuges	3836

Eine Lichtzeit von nahezu 4 Jahrtausenden für die entfernten Gegenden der Milchstrasse hatte man auch früher schon vermuthet. — Da indess der Zug ein doppelter ist, und für die Punkte, welche bei dieser Rechnung verglichen worden, beide Züge perspectivisch zusammenfallen, so wird man für den innern Ring etwas weniger, für den äussern dagegen beträchtlich mehr Entfernung anzusetzen haben.

Und ist dieser gigantische Complexus nun das Universum? oder mindestens der Theil desselben, der unser bewaffnetes

Auge durchdringt? Keineswegs. Es ist nur eine einzelne der Welteninseln, deren ungezählte Tausende im Ocean des Himmelsraumes schweben, und welche die *Messier*, *Herschel*, *Rosse* aus der Nacht des Firmaments allmählich an das Licht ziehen, dem Erdbewohner ihr Dasein verkündend. Doch davon ein Mehreres in dem Abschnitt über die Nebelflecke.

Wollten wir die Dimensionen, zu denen wir jetzt schon gelangt sind, in geographischen Meilen ausdrücken, so würden Zahlen von 16 Ziffern erscheinen, und von 48, wenn wir den cubischen Raum derselben in ähnlicher Weise nach Cubikmeilen geben wollten. Es scheint nicht, dass die Aufstellung dieser Ziffernreihen, die sich übrigens Jeder durch eine sehr leichte Multiplication aus den oben gegebenen darstellen kann, zur Verdeutlichung des Gesagten etwas beizutragen vermöchte.

§. 31.

Welche einzelnen Bestandtheile nun das Ganze bilden mögen, ob die bisher aufgestellten Kategorieen „Fixstern und Planet“ mit den uns bekannten Nebenformen Alles das erschöpfen, was hier zur Anschauung kommen würde, wenn uns eine solche in hinreichendem Maasse vergönnt wäre, darüber sind wohl kaum noch Muthmaassungen zulässig. Doch möge noch einer Ansicht gedacht werden, die von namhaften, und mit dem Gegenstande durch eigne gründliche Forschungen vertrauten, Astronomen herrührt, und die uns gleichsam eine Genesis des Weltganzen darzubieten scheint. Da nämlich auch in den stärksten Ferngläsern noch immer ein neblicher Grund unaufgelöst übrig bleibt, da ferner auch an andern Stellen des Himmels sich solche nebliche Lichtmassen zeigen (s. den Abschnitt von den Nebelflecken), die gleichfalls dem grössten Theile nach nicht auflösbar sind, so haben Mehrere die Meinung geäußert, es bestehe dieser unaufgelöst bleibende Theil nicht sowohl aus kleinen entfernten Sternen, sondern vielmehr aus Sternmaterie, die erst im Laufe der Zeit sich zu soliden Massen gestalte. Wir hätten

also hier werdende Weltsysteme vor uns, und kommende Geschlechter würden statt der Milchstrasse nur ausgebildete Sterne erblicken. Die Ausbildung der Fixsternwelt müsste man sich hiernach gleichsam als eine von innen heraus gehende denken, so dass die minder fortgeschrittene Entwicklung den grösseren Fernen angehöre. Oder auch, da wir schon für die entferntesten der einzelnen noch wahrnehmbaren Sterne eine Zeit des Lichts von 4 Jahrtausenden als höchst wahrscheinlich gefunden haben, folglich der grosse, das Ganze umschliessende, die äussersten Fernen bezeichnende Gürtel gewiss noch eine beträchtlich grössere hat, die nach Zehn- und vielleicht Hunderttausenden von Jahren zu bemessen ist, so erblickten wir in der Milchstrasse nicht ihren jetzigen, sondern ihren früheren, gleichsam vorweltlichen chaotischen Zustand. Die einzelnen Körper könnten jetzt schon Jahrtausende lang fertig, die formlose Masse ganz verschwunden sein, aber der Lichtstrahl von ihnen ist noch unterwegs, und wird erst unsern späten Nachkommen erglänzen, während unsre Ferngläser nur Strahlen empfangen, die längst vor dem Beginn des Menschengeschlechts ihre ungeheure Laufbahn begonnen hatten.

Es ist keines Sterblichen Sache, in dieser grossen Angelegenheit einen entschiedenen Spruch zu thun. Wo keine unsrer Messruthen den Raum, keine Geschichte die Zeit mehr zu umfassen vermag, wo unsre Erde nicht allein, sondern auch die Sonne, ja ihr ganzes System zum unscheinbaren, nichts bedeutenden Punkte zusammenschrumpft, da muss allerdings der Phantasie ein Spielraum gestattet werden. Nur die Bemerkung mögen wir noch hinzufügen, dass die unregelmässige Gestalt der Milchstrasse dieser letzteren Ansicht nicht ganz günstig ist, insofern man das *Newtonsche* Gesetz als allgemein gültig betrachtet. Nur feste Körper vermögen sich in jeder Gestalt zu erhalten, und Sternhaufen können eine Form haben, welche sie wollen. Aber das Gleichgewicht incohärenter Massen ist durch eine sphärische, oder doch symmetrisch regelmässige, Gestalt bedingt, die

sich herstellen muss, wenn sie Anfangs noch nicht vorhanden war. Wenn nun bis jetzt die Beobachtungen noch keine Veränderung in den einzelnen Theilen wie im Ganzen der Milchstrasse haben wahrnehmen lassen, so kann dies allerdings bei der Kürze der Zeit, welche unsre genauern Beobachtungen umfassen, kein entscheidendes Argument gegen jene Meinung abgeben. So lange indess jedes stärkere Fernrohr weitere Fortschritte in der Auflösung der Milchstrasse macht, die Zahl der einzeln unterscheidbaren Sterne vermehrt und die noch übrig bleibende Nebelmasse verdünnt und schwächt, wird auch die erstere Meinung, wie *Herschel* sie aufgestellt hat, immer mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Es mag noch bemerkt werden, dass auch nach vollständig gelungener Auflösung ein Raum, auf welchem so viele Tausende von Sternen aller Grössen im dichtesten Gedränge stehen, wohl nie ganz so dunkel als der übrige Himmelsraum erscheinen kann, selbst wenn gar keine physische Materie zwischen und hinter diesen einzelnen Sternen sich befände.

§. 32.

Man hat auch die Frage aufgeworfen: Ob das Licht, das bekanntlich schon durch die Verbreitung in einen immer grösseren Raum eine Schwächung erleidet, die dem Quadrate der Entfernung proportional ist, nicht auch noch einen anderweitigen Verlust auf diesen langen Wegen erleide und gleichsam der Quantität nach absolut vermindert werde? In diesem letzten Falle könnte das für uns sichtbare Universum eine durch kein künstliches Mittel zu überschreitende Grenze haben, denn wenn das Licht überhaupt nicht mehr bis zum Objectiv gelangen kann, so hilft die stärkste optische Kraft des Letztern nichts mehr zur Sichtbarkeit. Nähme aber auch die Kraft des Lichtstrahls nur nach einer geometrischen Progression ab, so würde doch immer eine starke Verminderung des Glanzes entfernter Sterne eintreten. Aus den photometrischen Messungen *Steinheil's*, verbun-

den mit *Struve's* oben angeführten Untersuchungen, scheint eine solche Abnahme des Lichts hervorzugehen. Aus den oben näherungsweise geschlossenen Distanzen kann man nämlich unter der Voraussetzung, dass alle Sterne durchschnittlich dieselbe Leuchtfähigkeit haben, sie mögen entfernt oder nahe stehen, den Grad des Glanzes ermitteln, den sie haben müssten, wenn das Licht bloß nach dem Quadrat der Entfernung abnähme (Zahlen, die in der unterstehenden Tafel unter dem Ausdruck berechneter Glanz begriffen sind). Dagegen soll der Grad, der als mittlerer für eine gewisse Sterngrösse aus *Steinheil's* photometrischen Untersuchungen hervorgeht, als beobachteter Glanz aufgeführt werden.

Grösse	G l a n z	
	berechnet	beobachtet
1.	1	1
2.	0,3421	0,3521
3.	0,1513	0,1248
4.	0,0709	0,0441
5.	0,0338	0,0156
6.	0,0162	0,0055

Hieraus scheint eine Lichtverschluckung im Weltenraume deutlich hervorzugehen, und die weitere Rechnung zeigt, dass von einem Sterne erster Grösse durchschnittlich $\frac{1}{8}$ des Lichts verloren gehe. Allein zugleich folgt, dass die Sterne 12ter Grösse nicht, wie oben gefunden, 326, sondern nur 39 einfache Fixsternweiten von uns entfernt sind, und dass die Anzahl derselben nur 371590 ist. Da dies offenbar selbst dann noch viel zu gering ist, wenn man alle Sterne der Milchstrasse ausschliessen wollte, so kann man das obige Resultat nicht als ein numerisch richtiges annehmen. Es sind aber allerdings so viele Voraussetzungen dabei gemacht worden, dass eine solche Incongruenz der Theorie mit der Natur nicht in Verwunderung zu setzen braucht. Vor Allem ist erforderlich, dass die photometrischen Messungen möglichst viele Sterne umfassen

und nach einem zweckmässigen Plane angestellt werden. Immer bleibt eine solche Lichtverschluckung wahrscheinlich, allein der obige Coefficient derselben dürfte viel zu gross sein.

§. 33.

Das bisher Gesagte ist im Wesentlichen Alles, was wir von unsrer Fixsternwelt im Allgemeinen wissen. Ueber die veränderlichen Sterne wird ein besondrer Anhang dieses Kapitels handeln; den Nebelflecken und Doppelsternen haben wir besondere Abschnitte gewidmet. Es möge hier nur noch bemerkt werden, dass wir über dem Horizont eines gegebenen Ortes jetzt nicht ganz dieselben Fixsterne sehen, die früher daselbst wahrgenommen wurden, da in Folge der Vorrückung der Nachtgleichen die Sterne ihre Declination verändern und von dieser der Auf- und Untergang unter einem gegebenen Grade der geographischen Breite abhängt. Alle Sterne, welche innerhalb einer der Ekliptik parallelen Zone liegen, deren Breite der doppelten Schiefe der Ekliptik gleich ist, und deren Mitte eine südliche Breite von $90^\circ - \varphi$ hat (unter φ die Polhöhe verstanden), werden einem Orte der nördlichen Halbkugel im Verlauf von 25600 Jahren sichtbar und unsichtbar; so wie umgekehrt der südlichen die von nördlichen Breiten. Für den $52\frac{1}{2}^\circ$ der Breite werden im Laufe der Jahrtausende nach einander verschwinden: der Rabe, der Becher, die Wasserschlange, der grosse Hund, das Einhorn, Orion, der kleine Hund, der Brandenburgische Scepter, Eridanus, der Wallfisch, der südliche Fisch. Dagegen werden folgende jetzt unsichtbare Sternbilder für Berlins Parallel sichtbar werden: der Centaur, das südliche Kreuz, ein Theil der Carlseiche, der Wolf, der südliche Triangel, der Altar, die südliche Krone, der Pfau, der Indianer, der Paradiesvogel, der Toucan, der Kranich, der Phönix und der jetzt unsichtbare Theil des Eridanus. Nur wenige Sternbilder werden für Berlin stets unsichtbar bleiben, nämlich nur die, deren südliche Breite grösser als 60° ist.

Der Polarstern wird ebenfalls nicht in allen Jahrtausenden diesen Namen führen können. Erst seit Alexander des Macedoniers Zeit steht er dem Pole näher, als irgend ein anderer heller Stern; noch 300 Jahre lang wird er sich dem Pole fortwährend nähern, und dann nur 21 Minuten von ihm entfernt sein. Nach abermaligen 1000 Jahren wird er seinen jetzigen Namen dem Sterne γ des Cepheus abtreten müssen, der 4200 n. Chr. dem Pole am nächsten steht und $1^{\circ} 51'$ von ihm entfernt bleibt. Diesem folgen im Range eines Polarsterns, nach einander β und α des Cepheus, δ des Schwans, α der Leyer (nach 12000 Jahren, der prachtvollste aller möglichen Polarsterne), η des Herkules, α des Drachen, α des Drachen und endlich, nach Vollendung des Cyclus, wieder unser jetziger Polarstern. Es ist hierbei vorausgesetzt, dass man Sterne, die weniger als die dritte Grösse haben, nicht zu Polarsternen wählen werde, da ein solcher so viel als möglich unter allen Umständen bequem sichtbar sein muss.

§. 34.

Der Thierkreis wird ebenfalls im Laufe der Zeit durch diese Vorrückung eine andere Lage erhalten. Die Gestirne, welche jetzt in der nördlichen Hälfte desselben stehen, werden nach 12800 Jahren die südliche Hälfte desselben ausmachen. Beiläufig wird das Vorwärtsrücken nach 2130 Jahren ein Zeichen oder 30 Grade betragen; und deshalb steht jetzt der Thierkreis schon um ein volles Zeichen anders, als zu den Zeiten der alten Griechen, wo man die Sternbilder fixirte. Damals stand das Bild des Widders wirklich da, wo die Sonne zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche sich befindet, und nahm die ersten 30 Grade der Ekliptik ein: es gab also noch keinen Unterschied zwischen Bild des Widders und Zeichen des Widders, wie jetzt, wo der Widder von 30° bis 60° der Länge reicht, während man das Zeichen γ wie sonst vom Frühlingsnachtgleichenpunkte anfängt und 30 Grade in der Ekliptik fort-

zählt. Jetzt steht das Bild des Widders im Zeichen des Stiers, und so fort. Die Folgezeit wird diese Incongruenz fortwährend vergrössern und die Darstellungen des Thierkreises, so wie des übrigen Himmels, werden nur für eine bestimmte Zeit gelten können, da in einem andern Jahrhundert der Anfangspunkt der Theilungen bei andern Fixsternen liegt. Aus eben dem Grunde wird man aus den Globen früherer Zeiten das Jahrhundert, in welchem sie entstanden sind, bestimmen können, und wirklich hat man auf diese Weise das Alter arabischer, alexandrinischer u. a. Globen bestimmt. So wird zu Rom im Farnesianischen Palaste ein unter dem Schutt des alten Roms gefundener Globus aufbewahrt, auf welchem der Colur der Frühlingsnachtgleiche gerade durch das Horn des Widders geht, und dessen Alter folglich gegen 2000 Jahre sein muss. *Bode* hat ihn in seinen 1780 erschienenen Himmelskarten in zwei Planisphären mitgetheilt. Der Thierkreis von Denderah in Egypten, der eine Zeitlang ausserordentliches Aufsehen machte, verdankte dies dem hohen Alter, welches man aus der Stellung seiner Sternbilder herleiten wollte, und welches man auf 15 Jahrtausende setzte. Jedoch hat er keine Gradtheilung, noch etwas deren Stelle Ersetzendes; man schloss dies hohe Alter aus gewissen Charakteren, welche die Solstitien zu bezeichnen schienen: es ist also leicht möglich, dass er viel neueren Ursprungs ist.

Indess muss man bei solchen Schlüssen nie vergessen, dass sie stets nur beiläufig gelten können. Um den genauen Standpunkt eines Sterns nach Jahrtausenden zu bestimmen, müsste man seine eigene Bewegung, die Veränderung in der Schiefe der Ekliptik und manche andre Data sehr genau kennen, da Fehler dieser Art der Zeit nahe proportional wachsen. Ein Fehler von $0'',05$ in der eignen jährlichen Bewegung bewirkt nach 6000 Jahren einen Fehler von 5 Minuten im Orte des Sterns.

Ueber veränderliche Sterne.

§. 35.

Unter der grossen Anzahl der Fixsterne giebt es verhältnissmässig nur wenige, welche einen veränderlichen Glanz wahrnehmen lassen, wenn man, wie sich von selbst versteht, diejenigen Veränderungen ausschliesst, welche ihren Grund in der verschiedenen Tages- und Jahreszeit, so wie der ungleichen Durchsichtigkeit der Atmosphäre und der veränderlichen Höhe des Gestirns haben. Bei einigen hat man kürzere oder längere Perioden der Veränderlichkeit erkannt; andre hingegen haben erst im Laufe mehrerer Jahrzehende oder Jahrhunderte eine allmähliche Ab- oder Zunahme erlitten, oder sie ist auch plötzlicher, jedoch — so viel bekannt — nur einmal erfolgt, daher über die etwaige Periodicität noch nichts feststeht. Endlich sind einige wenige neu erschienen oder auch verschwunden, doch scheint dieser letztere Fall der allerseltenste zu sein.

Hierher gehörende Beobachtungen finden sich zwar bei vielen Astronomen, doch meist nur gelegentlich und als zerstreute Notizen; nur Wenige haben diesem Gegenstande eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Unter letzteren verdienen *Goodricke*, *Pigott*, *Herschel*, *Harding*, *Koch*, *Westphal* und neuerdings *Bianchi* und *Argelander* besonders genannt zu werden. Allein noch ist sehr Vieles zu thun übrig, und der Gegenstand kann Liebhabern der Sternkunde um so mehr empfohlen werden, als die hierher gehörenden Beobachtungen fast nur die leicht zu erlangende äussere Kenntniss des Fixsternhimmels, sonst aber weder stark vergrössernder Instrumente und künstlicher Messapparate, noch auch einer besonders genauen Zeitbestimmung bedürfen. Beharrlichkeit und ein scharfes Auge sind die hauptsächlichsten Requisite.

Es mag hier zunächst eine Zusammenstellung derjenigen periodisch veränderlichen Sterne folgen, über welche die bisherigen Beobachtungen zu einigen bestimmtern Resultaten geführt haben.

N ^o	Name der Sterne.	AR. 1840.	Decl. 1840.	Periode. in Tagen.	Epoche des grössten Lichtes.	Grösstes Licht.	Kleinstes Licht.	Entdecker.
1.	α Cassiopejae	7 ⁰ 52'	+55° 39'	79,03	1844. Jan. 10.	2	(3.2)	John Herschel.
2.	β Persei	44 26	+40 20	2,86734	1844. Jan. 3. 4 ^h 42'.*)	(2.3)	4	Goodricke 1783.
3.	γ Ceti	32 49	— 3 42	332,04	1844. Mai 18.	2	(10.11)	Fabricius 1596.
4.	α Orionis	86 38	+7 22	199	1844. April 5.	1	(1.2)	John Herschel.
5.	α Hydrae	139 56	— 7 58	55 ?		2	(2.3)	John Herschel.
6.	Anon. Leonis	144 44	+12 10	311,4	1818. Febr. 11.	(5.6)	—	Koch 1780.
7.	Anon. Virginis	187 36	+7 52	145,43	1844. Jan. 4.	6	—	Harding 1809.
8.	30 Hydrae	200 15	— 22 27	493,86	1846. April 2.	4	—	Montanari 1672.
9.	Anon. Serpentis	228 33	+14 54	366	1814. Juni 3.	8	—	
10.	Anon. Coroneae	235 30	+28 41	335		6	—	Pigott 1782.
11.	Anon. Serpentis	235 50	+15 38	359	1844. Febr. 4.	(6.7)	—	Herschel 1795.
12.	α Herculis	256 50	+14 35	95	1814. März 22.	3	(4.3)	Pigott 1795.
13.	Anon. Scut. Sobiesky	279 44	— 5 52	60,395	1818. Juli 30.	5	7	Goodricke 1784.
14.	β Lyrae	281 3	+33 11	12,9119	1844. Jan. 13. 21 ^h 1'.	(3.4)	(4.5)	Pigott 1785.
15.	η Aquilae	296 5	+0 36	7,1763	1844. Jan. 9 9 ^h 35'.	(4.3)	(5.4)	Kirch 1686.
16.	ζ Cygni	296 6	+32 31	406,06	1844. Aug. 10.	5	—	Goodricke 1784.
17.	δ Cephei	335 48	+57 35	5,3664	1844. Jan. 6. 5 ^h .	(4.3)	(5.4)	Harding 1811.
18.	Anon. Aquarii	353 53	— 16 10	389	1844. Oct. 21.	7	—	

*) Bei β Persei bezeichnet die Epoche das kleinste Licht des Sternes.

Bemerkungen.

§. 36.

1) Da der Lichtwechsel dieses Sterns nur gering ist, so hält es schwer, die einzelnen Perioden der Zu- und Abnahme zu bestimmen, doch scheint die erstere etwas rascher vor sich zu gehen.

2) Auch Algol genannt; der helle Stern am Kopfe der Medusa. Von allen andern veränderlichen Sternen unterscheidet er sich dadurch, dass er fast die ganze Periode hindurch im ungeschwächten Glanze leuchtet und nur 8 Stunden lang eine Verdunkelung erfährt, so wie noch besonders dadurch, dass er ein reines weisses Licht zeigt, während alle übrigen veränderlichen Sterne ohne Ausnahme roth sind oder doch ins Roth hinüberspielen. Die Abnahme währt 4 Stunden, das kleinste Licht etwa 18 Minuten und die Zunahme abermals nahe 4 Stunden. Seine Periode hat *Wurm* aus zahlreichen Beobachtungen genau bestimmt: sie scheint selbst in den Sekunden noch verbürgt werden zu können, und beträgt 2 Tage 20 St. 48' 57'',9, so dass er jährlich 127 Perioden durchmacht. Da er auch im kleinsten Lichte dem blossen Auge deutlich sichtbar bleibt, so ist er sehr bequem zu beobachten. Die neuesten Beobachtungen scheinen eine Abnahme der Lichtperiode anzudeuten, die seit *Goodricke* etwa $\frac{3}{4}$ Sekunden beträgt.

3) Am 13. August 1596 fand *David Fabricius*, Prediger zu Ostell in Ostfriesland, diesen Stern 3ter Grösse, und konnte ihn hernach nicht wiederfinden. Da noch gar kein Beispiel periodisch veränderlicher Sterne bekannt war, so hielt er den Stern für wirklich verschwunden. Erst *Holwarda* in Franeker sah ihn 1638 wieder und bemerkte seine Veränderlichkeit. Er ist seit 1660 fleissig beobachtet worden und seine Periode ist besser bekannt als bei den meisten übrigen. In seinem Maximum

hat er nicht jedesmal gleiche Helligkeit, gewöhnlich erreicht er die 2te oder 3te, einigemale nur die 4te Grösse, auch selbst von der ersten wollen ihn Einige beobachtet haben. Sein Licht ist stark röthlich, und *Struve* konnte die rothe Farbe selbst dann noch erkennen, wenn er im schwächsten Lichte und gewöhnlichen Ferngläsern bereits verschwunden war. Ein schwacher Begleiter steht neben ihm, zeigt aber weder Veränderlichkeit noch eine besondere Farbe. Merkwürdig ist noch der Umstand, dass er nur 40 Tage braucht, um von der 6ten Grösse (wo er scharfen Augen sichtbar zu werden anfängt) bis zum Maximum zu wachsen, 66 hingegen, um wieder bis zur 6ten abzunehmen.

Uebrigens ist diese Dauer, gleich so wie alle übrigen diesen Stern betreffenden Zahlenangaben, starken Schwankungen unterworfen. So hat er im J. 1840 ... 61 Tage gebraucht, um von der 6ten Grösse bis zum Maximum zu gelangen, und in 50 Tagen sank er wieder zu dieser Grösse herab. Die übrigen Tage ist er ein bloß teleskopischer Stern. Er heisst sonst auch *Mira Ceti*.

Da seine Periode vom Erdjahre nicht sehr verschieden ist, so kann er einige Jahre nach einander dem blossen Auge unsichtbar bleiben: denn vom April bis Juli ist er der Nähe der Sonne wegen nicht sichtbar; fällt also sein Maximum in diese Zeit (was 3—4 Jahre nach einander geschieht), so kann er, wenn er wieder Nachts über dem Horizonte steht, nur mit Fernröhren aufgefunden werden.

Bianchi in Mailand hat in neuester Zeit Beobachtungen über diesen Stern angestellt und gefunden, dass er um die Zeit seines schwächsten Lichtes dem kleinen $2\frac{1}{4}'$ östlich von ihm abstehenden Begleiter, der nahe die 11te Grösse hat, an Glanz gleich ist.

4) Zur Zeit noch wenig bekannt. Er nimmt etwa ebenso rasch zu als ab, und nach dem Maximum scheint vom 35. bis zum 65. Tage ein Stillstand der Abnahme einzutreten.

5) α Hydrae ist schwer zu beobachten, da wegen grosser

Sternenleere in dieser Gegend es an Vergleichungssternen fehlt und die Veränderlichkeit nicht gross ist. Die angegebene Periode von 55 Tagen ist nur Vermuthung.

6) Nach *Westphal's* Beobachtungen währt es 30 Tage, dass er von der 7ten Grösse bis zum Maximum zunimmt; die entsprechende Abnahme erfordert dagegen 48 Tage. Im kleinsten Lichte verschwindet er. Wir wissen noch sehr wenig über ihn.

7) Fast immer nur teleskopisch; 39 Tage vor dem Maximum hat er die 10te, 36 Tage vorher die 9te, 23 Tage vorher die 8te Grösse; bei der Abnahme sind diese Zeiten resp. 27, 38, 42 Tage. Die übrigen 65 Tage ist er kleiner als die 10te Grösse und verschwindet um die Zeit des Minimum gänzlich. Uebrigens sind bei diesem Stern die Unregelmässigkeiten in der Periode sehr bedeutend.

8) *Montanari* entdeckte die Veränderlichkeit, indem er den Stern merklich heller fand als *Hevel* ihn 10 Jahre früher gefunden hatte. Dem blossen Auge wird er 43 Tage vor dem Maximum sichtbar, verschwindet ihm aber erst 83 Tage nach demselben; im Minimum scheint er ganz zu verschwinden. Noch wissen wir sehr wenig über diesen Stern, doch scheint auch bei ihm das Maximum nicht immer die gleiche Höhe zu erreichen.

9) und 11) Die Periode ist noch sehr unsicher.

10) Dieser Stern hat aufgehört veränderlich zu sein. Im Mai 1817 hatte ihn *Harding* noch in der Grösse 8,5 gesehen; seit dem Juni 1817 aber konnten *Westphal* und *Harding* keine weitere Veränderung wahrnehmen. Sein Verschwinden war 1795 zuerst wahrgenommen worden; eine schwache Spur der Veränderlichkeit hatte indess *Pigott* schon 1782 bemerkt.

12) Die Veränderlichkeit dieses rothen Sterns ist nur gering. Vom Minimum bis zum Maximum verfliessen 22 und während der Abnahme 39 Tage. Sein blauer Begleiter ist ebenfalls veränderlich von der 7. bis zur 5. Grösse. So zeigte sich die Veränderlichkeit zu *Herschel's* Zeit. Gegenwärtig ist die Periode

auf 94 T. 21 St. angewachsen, und er braucht 52 Tage zum Zunehmen und 43 zum Abnehmen.

13) Ein schwer zu beobachtender Stern, in dessen Lichtveränderung Unregelmässigkeiten vorkommen. *Pigott* fand das Minimum einigemale bis 8,5, doch auch heller von 6,5 oder 7. Gegenwärtig geht er nie unter 6,5 herab, so dass er nur bei sorgfältigen Vergleichen als veränderlich erkannt wird. Nach *Pigott* währt die Zunahme 19, die Abnahme hingegen 42 Tage; nach *Argelander* dagegen die Zunahme 34 T. 9 St., die Abnahme 26 Tage. Uebrigens sind alle Zahlen bei diesem Sterne, auch die Helligkeitsangaben, höchst schwankend und das Verhalten des Sterns in verschiedenen Perioden sehr verschieden.

14) Bei diesem Sterne stimmen die Beobachtungen des kleinsten Lichts besser mit der mittleren Periode überein als die des grössten; auch ist die Zeit der Zunahme der der Abnahme so nahe gleich (3 T. 3 St. und 3 T. 7 St.), dass auf den Unterschied wenig zu bauen ist. Die Beobachtungen werden am besten mit freiem Auge angestellt. Nach *Argelander's* Beobachtungen hat er in jeder 13tägigen Periode 2 Maxima und 2 Minima. Im ersten Minimum hat er 4. 5; nach 3 Tagen erscheint das erste Maximum (3. 4.). Das zweite Minimum (4. 3.) tritt $3\frac{1}{2}$ Tage nach dem ersten Maximum, und das zweite Maximum (3. 4.) nach abermaligen 3 Tagen ein. Die Periode ist früher wahrscheinlich kürzer gewesen; es scheint, dass jede folgende 4 Sekunden länger ist.

15) Eine gut bestimmte Periode. *Wurm* und *Westphal* finden sie 7 T. 4 St. 13' 30". Theilt man die Erscheinungen nach 4 Phasen: kleinstes Licht, mittleres im Zunehmen, grösstes, mittleres im Abnehmen, so findet sich, dass er von der 3ten zur 4ten Phase 80 Stunden gebraucht, während jeder der übrigen 3 Zeiträume etwa 31 St. beträgt.

16) Bei diesem Sterne, der ohne erhebliche Lücken seit 1687 beobachtet worden ist, zeigen die Beobachtungen des grössten Lichtes, mit der mittleren Periode verglichen, um die

Mitte des vorigen Jahrhunderts herum, Abweichungen, die fast auf 40 Tage gehen. Dadurch ist *Olbers* veranlasst worden, eine Verlangsamung der Periode anzunehmen, wodurch er eine weit bessere Uebereinstimmung erreichte, indem er für 14 Beobachtungen die Summe der Fehlerquadrate von 6438 auf 1894 vermindern konnte. Nach *Olbers* ist die Periode, wenn man die Zahl der seit 1687 vom 28. November um $1\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags abgelaufenen Perioden durch n bezeichnet:

$$404^t,758 + 0^t,0228908 n;$$

wonach sie seit 1687 bis 1840 um etwa 73 Stunden zugenommen hätte. — Indess ist eine mit der Zeit fortschreitende, also unendlich wachsende, Periode sehr unwahrscheinlich; eher ist anzunehmen, dass die Zu- und Abnahme der Periode selbst wieder eine vielleicht sehr grosse Periode hat, oder dass einzelne störungsartige Ungleichheiten darin vorkommen; jedenfalls verdient die Sache eine genaue Untersuchung. — *Olbers* fand auch, dass die Zunahme von der 9. Grösse bis zum Maximum 39 Tage, die entsprechende Abnahme 73 Tage dauert. — Nach *Argelander's* neuern Untersuchungen ist die Periode jetzt ziemlich gleichmässig, und früher hat sie bald zu-, bald abgenommen. Zwei bis drei Monate ist er dem blossen Auge sichtbar.

17) Die Periode dieses bequem zu beobachtenden Sterns scheint abzunehmen. Sie folgt aus *Goodricke's* Beobachtungen im Jahre 1784: 5 T. $8^h 49' 55''$; aus *Westphal's* im J. 1817 hingegen 5 T. $8^h 41' 17''$; und wenn man beide verbindet, 5 T. $8^h 45' 2''$. Allein es ist leicht möglich, dass auch hier partielle Ungleichheiten vorkommen. Auch der Gang des Lichtwechsels scheint veränderlich. Der erstgenannte Beobachter findet die Dauer der Zunahme von der 4. Grösse an $14\frac{1}{2}$ Stunden, die entsprechende Abnahme 42 Stunden; der letztere findet dafür 16 und $26\frac{1}{2}$ Stunden. Ferner nimmt er, nach *Westphal*, von der 4. Grösse bis zum Minimum 67 Stunden lang ab, und umgekehrt $19\frac{1}{4}$ Stunden zu. — Nach *Argelander* nimmt er $38^h 5'$ zu, und sodann anfangs rasch, dann 12 Stunden lang ganz un-

merklich, endlich wieder rascher ab. Die von ihm gegebene Periode 5 T. 8^h 47' 39'',5 stimmt mit allen Beobachtungen am befriedigendsten überein.

28) Die Periode ist noch sehr unsicher und die Art des Lichtwechsels noch gar nicht bekannt.

Bei den meisten dieser Sterne ist also die Veränderlichkeit selbst wieder veränderlich. Die Periode selbst, der Gang der Ab- und Zunahme, der Glanz im Maximum und Minimum, bleiben sich nicht durchaus gleich; bei einem scheint die Veränderlichkeit ganz aufgehört zu haben. Merkwürdig aber ist der Umstand, dass bei den meisten die Zunahme schneller als die Abnahme erfolgt, und dass, Algol ausgenommen, alle veränderlichen Sterne in ihrem Minimum, oder diesem nahe, längere Zeit verweilen als im Maximum.

§. 37.

Bei folgenden Sternen ist eine Veränderlichkeit zwar gewiss (oder doch höchst wahrscheinlich), es fehlt aber noch an Beobachtungen, die Periode zu bestimmen. Sie sind aus den Beobachtungen *Herschel's* (um 1795) und *Westphal's* (um 1819) genommen, in welchem Zeitraume folgende Veränderungen stattfanden:

4 Canis minoris ist etwas heller geworden.

10 Canis minoris desgleichen.

14 Orionis war sonst dunkler als 6; jetzt ist es umgekehrt.

18 und 25 Orionis haben abgenommen, besonders der letztere; vielleicht auch 112 Tauri und 70 Orionis.

22 Orionis hat etwas und 50 Orionis merklich zugenommen.

Die folgenden Doppelsterne sind von *Struve* veränderlich erkannt, grösstentheils durch Vergleichung mit ihrem Begleiter:

ϵ Arietis. *Harding* setzt ihn = 4. Grösse, *Piazzi* und *Bode* = 5. *Struve* fand ihn, eben so wie seinen Begleiter,

abwechselnd zwischen 4, 5 und 6, 5 bis 7; ich finde ihn meistens 5.

γ Virginis. Siehe den Abschnitt über Doppelsterne.

191 Virginis. Die beiden Sterne sind bald gleich, bald um $\frac{1}{2}$ Grösse verschieden beobachtet worden.

ζ Bootis. Der Hauptstern wechselt zwischen 3. und 4. Grösse.

1 Coronae. Im J. 1828 fand *Struve* beide gleich, 6. Grösse; 5 Jahre später waren sie 5,5 und 6,5.

17 Cancri. Diese beiden Sterne notirte *Struve* folgendermaassen:

1821 Febr. 14. 6. 8.

„ 12. 6,5. 8.

März 18. 8. 9.

1823 Januar 19. 8. 9,5.

1827 April 6,5. 7.

1832 „ 6,5. 7,5.

44 Bootis. *Herschel* der Vater fand den südlichen Stern grösser. Auch *Struve* fand 1819 diesen (der inzwischen durch Bahnbewegung der nördliche geworden war) noch um 1,5 bis 2. grösser als den andern, doch 1822 und in den folgenden Jahren immer nur um 1 und jetzt nur um 0,5; ja *Argelander* schätzte 1830 beide Sterne gleich. Wahrscheinlich ist der Begleiter heller geworden.

π Arietis. *Struve* hat folgende Beobachtungen:

Nov. 1829. 4. 9.

Febr. 1831. 4,5. 9.

Oct. 1832. 5. 7,5.

Nov. 1832. 6. 8.

Dec. 1834. 5. 8,5.

38 Geminorum. Der Hauptstern ist zwischen 4. und 6. veränderlich; der Begleiter scheint constant.

Anonyma $20^h 34'$ und $+ 12^\circ 6'$. Zwei nahe gleiche Sterne, von denen bald der eine, bald der andre heller ist.

ι Cancri. Der Hauptstern ist 4 oder 4,5 und scheint constant, der Begleiter aber ist von 5,5 bis 7 veränderlich.

Mehrere andre, die man in den *Mensuris micrometricis* des genannten Astronomen als veränderlich aufgeführt findet, sind hier übergangen, da sie theils sehr klein, theils nur muthmaasslich veränderlich sind.

Endlich hat man noch aus Vergleichung der ältern Charten und numerischen Angaben der Sterngrössen (hauptsächlich der Uranometrie von *Bayer* und der Beobachtungen *Tycho's*) auf seitdem stattgefundene Veränderungen des Glanzes mehrerer Fixsterne geschlossen. Indess haben die genaueren Untersuchungen *Argelander's* (vergl. seine Abhandlung „de fide Uranometriae Bayeri“ und seine „*Uranometria nova*“) dargethan, dass man jenen alten Angaben kein sehr grosses Vertrauen schenken dürfe. So schloss man z. B. aus der Buchstabenfolge in der *Bayerschen* Bezeichnung von Castor und Pollux (α und β Geminorum), dass Castor sonst der hellere Stern gewesen, während jetzt Pollux dies ist. Allein das α , β . . . bei Sternen gleicher Klasse bezeichnet bei *Bayer* nur die Aufeinanderfolge von N. nach S. — Hiernach bleibt es auch unentschieden, ob etwa α Hydrae (der bei *Bayer* die 1. Grösse, jetzt die 2. 3. hat), so wie β Leonis dunkler, oder α Aquilae heller geworden seien.

Man kann noch hinzufügen, dass, wenn die 2 Jahrhunderte von *Bayer* bis *Argelander* so bedeutende Veränderungen der Fixsterngrössen herbeigeführt hätten, als die Vergleichung beider Kataloge anzudeuten scheint, in 2 Jahrtausenden noch viel grössere und zahlreichere erwartet werden müssten; dass aber eine Vergleichung der Ptolemäischen Sterngrössen mit den gegenwärtig stattfindenden sie keineswegs in solchem Maasse zeigt.

§. 38.

Endlich gehören hierher einige plötzlich erschienene, oder heller gewordene, und meist wieder verschwundene Sterne.

Doch nur wenige dieser Beobachtungen sind in einer zuverlässigen Gestalt auf uns gekommen, und namentlich müssen alle vor *Tycho's* Zeiten angeführten zu den gänzlich unsicheren gerechnet werden. So bleiben nur folgende, als sicher constatiert, übrig.

Im J. 1572 sah *Tycho* in der Cassiopeja unter $3^{\circ} 20'$ AR. und $+ 62^{\circ} 55'$ Decl. eines Abends plötzlich einen überaus hellen Stern aufleuchten. Er hatte einen Zusammenlauf des erstaunten Volks erregt, und *Tycho* ward durch diesen erst auf den Stern aufmerksam gemacht. Er übertraf in der ersten Zeit seiner Sichtbarkeit alle Sterne und selbst Venus an Glanz, und ward bei Tage bequem gesehen, so wie Nachts durch mässige Wolken. Im folgenden Jahre nahm sein Glanz allmählich ab, und 1574 verlor er sich ganz; die später entdeckten Ferngläser, selbst die kräftigsten der neuern Zeit, haben ihn ebenfalls nicht wiedergefunden. Sonderbar ist es allerdings, dass (nach weniger verbürgten Nachrichten) 1260 und 945 in derselben Gegend ein neuer Stern erschienen und wieder verschwunden sein soll; die Zwischenräume von 315 und 312 Jahren sind einander ähnlich genug, um etwas Periodisches vermuthen zu lassen.

Im J. 1600 sah *Kepler* im Schwan $302^{\circ} 34'$ AR. und $+ 37^{\circ} 21'$ Decl. einen neuen Stern, der die 1. Grösse zeigte. Nachdem er ihn 19 Jahre lang beobachtet und keine eigene Bewegung an ihm wahrgenommen hatte, nahm er ab und verschwand 1621. *Cassini* sah ihn 1655 wieder zur 3. Grösse gelangen; *Hewel* sah ihn 1665 ebenfalls wieder. Späterhin fand man ihn wieder als Stern sechster Grösse, und so wird er noch jetzt gesehen.

Im J. 1604 sah *Kepler* am Fuss des Ophiuchus in $259^{\circ} 24'$ AR. und $- 21^{\circ} 15'$ Decl. einen neuen Stern, heller als die Sterne erster Grösse, der aber im J. 1605 spurlos verschwand und auch später nicht wieder gesehen worden ist.

Im J. 1670 entdeckte *Anthelm* am Kopfe des Fuchses in

294° 27' AR. und + 26° 47' Decl. einen neuen Stern 3. Grösse. *Anthelm* und *Hevel* beobachteten ihn vom Juni bis August, wo er verschwand. Im März 1671 zeigte er sich wieder, aber nur in 4. Grösse, und im folgenden März von der 6. Grösse. Seitdem ist er nicht wieder gesehen worden.

Im J. 1837 am 15. December sah *John Herschel*, der sich damals am Cap der guten Hoffnung zur Untersuchung des südlichen Himmels aufhielt, den Stern η Argo, den alle früheren Beobachter und *Herschel* selbst noch im November 1837 als Stern zweiter Grösse und ohne eine Spur von Veränderlichkeit beobachtet hatten, unerwartet als Stern erster Grösse. Bis zur Mitte des Januar nahm er an Glanz beständig zu, so dass er um diese Zeit α Centauri gleich kam und Arcturus übertraf. Bald darauf nahm er wieder ab.

§. 39.

Wir haben im Bisherigen die verschiedenartigen Phänomene, welche man Veränderungen an den Fixsternen selbst zuschreiben genöthigt ist, betrachtet; es fragt sich nun, ob und welche Ursachen dieser Veränderungen sich angeben lassen. Was die periodisch veränderlichen Sterne betrifft, so bieten sich zwei Erklärungen dar, für welche unser Sonnensystem Analogieen an die Hand giebt: eine Rotationsbewegung und die Umdrehung eines dunklen (planetarischen) Körpers um den hellern. Im ersten Falle muss man sich vorstellen, dass der Fixstern nur mit einer Seite, vielleicht nur um einen Punkt seiner Oberfläche herum, stark leuchte, während die übrigen Theile einen schwachen, oder bei völlig verschwindenden Sternen vielleicht auch gar keinen Glanz haben. Wo die Veränderlichkeit nur gering ist, kann man auch annehmen, dass die eine Seite bloss mit zahlreichern Flecken besetzt ist als die andre. Sind diese Flecken, gleich denen unsrer Sonne, in sich selbst veränderlich, so kommt nur eine schwankende oder auch gar keine bestimmte Periode der Veränderlichkeit heraus, und das Maximum

oder Minimum ist nicht jedesmal dasselbe: eine genau innegehaltene Periode deutet hingegen auf constante Flecke. — Bei der zweiten Erklärung muss man annehmen, dass der umlaufende Körper sich in einer Ebene bewege, welche ganz oder nahezu durch das Sonnensystem geht, und dass seine Grösse, mit der des Hauptkörpers verglichen, beträchtlich sei. Dem Gesetze der Schwere wäre es sogar nicht entgegen, wenn das Volumen des umlaufenden Körpers grösser als das des centralen wäre, da ja seine Masse dennoch kleiner sein könnte, oder auch, wenn der selbstleuchtende Körper um einen grössern dunklen liefe. Es wäre dies nichts weiter als die vierte mögliche Combination zu den drei notorisch vorhandenen: dunkle Körper um dunkle, dunkle um leuchtende, leuchtende um leuchtende.*) — Eine dritte Erklärung setzt eine platte, linsenförmige Gestalt des Fixsterns voraus, und lässt ihn so rotiren, dass er uns wechselsweise die Kante und die breite Fläche der Linse zukehrt.

Die erstere Annahme dürfte bei den meisten periodisch veränderlichen Sternen die angemessenste sein. Sie erläutert allerdings nicht Alles; denn es bleibt der Umstand, dass die Zunahme des Lichts oft beträchtlich schneller als die entsprechende Abnahme geschieht, unerörtert, obwohl er der angenommenen Erklärung wenigstens nicht widerspricht. Die zweite scheint bei Algol der Wahrheit am nächsten zu kommen; ist sie die richtige, so beobachten wir alle 69 Stunden eine Algolfinsterniss,

*) Was ich hier 1841 nur als eine auf allgemeine Voraussetzungen sich gründende Vermuthung aussprach, scheint sich durch die neuesten Untersuchungen *Bessel's* über die eigene Bewegung des Procyon und Sirius praktisch bestätigen zu wollen. Er findet, dass die Annahme einer gleichförmigen und der Zeit proportionalen eigenen Bewegung bei diesen beiden Sternen unstatthaft sei, und zeigt, dass dies nicht wohl eine andre Erklärung zulasse, als die Annahme grosser uns unsichtbarer Massen, welche in der Nähe dieser Sterne stehen und um welche sie laufen. (Astr. Nachr. 514—516.)

bewirkt durch einen dunklen Körper, der etwa 8 Stunden gebraucht, um in seiner Bahn eine Strecke zurückzulegen, welche der Summe seines eignen und des Algol-Durchmessers gleich ist. Die dritte hat zu viel gegen sich. Körper, welche eine, den Gravitationsgesetzen entsprechende, Rotationsbewegung haben, drehen sich stets um ihre kleinste Achse, sie können also in Folge dieser Bewegung keine Verschiedenheit der perspectivischen Projektion zeigen, oder man müsste sie zu Ellipsoiden machen, in denen auch die Parallelen sehr lange und schmale Ellipsen wären. Doch auch so noch würde die lange Dauer des kleinsten Lichts, verglichen mit der viel kürzeren des grössten, der Annahme entgegen sein.

§. 40.

Indess sind die Erscheinungen wohl zu mannichfaltig und verschiedenartig, um ihnen durch eine und dieselbe Erklärungsweise genügen zu können, namentlich aber sind es die plötzlich aufleuchtenden und bald wieder verschwindenden sogenannten neuen Sterne, die den Theoretiker in Verlegenheit setzen. Schwer nur würde man sich entschliessen, nach der im 16. Jahrhundert herrschenden Meinung in dem neuen Stern von 1572 eine in allgemeinem Feuer untergehende Welt zu erblicken, sondern eher geneigt sein, die ähnlichen Erscheinungen von 945 und 1260 als faktisch anzunehmen und in dieser periodischen Wiederkehr eine dort stattfindende Ordnung der Dinge zu suchen. Warum sollten auch alle Systeme nach dem Muster unsers Sonnensystems geformt sein, und warum sollten die Fixsterne, unter sich und mit der Sonne verglichen, eine geringere Verschiedenheit zeigen, als z. B. die Planeten Ceres und Saturn?

Welche Ursachen aber auch immer den oben angeführten Phänomenen zum Grunde liegen mögen: ihre Wirkung muss jedenfalls eine gewaltige, ungewöhnlich grosse und ausgedehnte sein. Wenn Körper, die trotz ihrer wahrscheinlich höchst ansehnlichen Massen und Durchmesser unsern stärksten Ver-

grösserungen sich stets nur als Punkte zeigen, ihren Glanz dergestalt verändern, wie Mira Ceti oder γ Hydrae, so sieht man leicht, dass nur die ungeheuerste Umwälzung solche Wechsel hervorzubringen vermag. Es können diese uns unbekannten Ursachen bei vielen, ja den meisten Sternen vorhanden und wirksam, aber uns verborgen sein: nur bei den wenigen, wo sie in ganz ausgezeichneter Stärke, in den schroffsten Gegensätzen auftreten, ahnt der Erdbewohner ihr Dasein. Unsere Sonne würde etwas der Art für grosse Fernen erst dann wahrnehmen lassen, wenn etwa eine ihrer Seiten mit 15—20 mal so viel Flecken, als sie bei der grössten Frequenz zu zeigen pflegt, versehen, die andre aber fleckenfrei wäre. — Die Land- und Wasserhalbkugel der Erde mögen für entfernte Beschauer etwas Aehnliches darbieten.

Noch könnte man geneigt sein, die an Castor, α Hydrae und andern oben angeführten Sternen vermutheten sehr langsamen Veränderungen einer wachsenden oder abnehmenden Distanz von unsrer Sonne, in Folge eigner Bewegungen, zuzuschreiben. Allein eine nähere Prüfung zeigt uns, dass selbst die stärksten bekannten eignen Fixsternbewegungen erst nach Jahrtausenden einen oder einige Grade betragen*), und es ist daher nicht anzunehmen, dass die genannten Sterne eine uns unbekannte Bewegung (es könnte nur eine solche sein, die ganz in die Richtung unsrer Gesichtslinie fiel) haben sollten, welche so bedeutende Stellungsveränderungen bewirkte. Erst nach einer sehr grossen Zahl von Jahrtausenden könnte Etwas

*) Ein Stern 7ter Grösse im grossen Bären, der unter allen die stärkste eigne Bewegung hat, rückt gegenwärtig in 500 Jahren einen Grad des grössten Kreises am Himmel fort. Nach 3000 Jahren werden etwa 20 Fixsterne ihren Ort am Himmel 1° oder darüber verändert haben, alle übrigen weniger und grösstentheils viel weniger. Wenn ein Stern verhältnissmässig eben so rasch, wie der erwähnte teleskopische sich bewegt, auf unsre Sonne direkt zurückte, so würde er 14000 Jahre brauchen, um seine Entfernung von der Sonne auf die Hälfte herabzubringen. Dadurch würde er etwa um 1 oder $1\frac{1}{2}$ Grössen zunehmen.

der Art sich zeigen, selbst wenn man sich die günstigsten der hier möglichen oder wahrscheinlichen Fälle denkt. Die Fixsternwelt im Allgemeinen ist kein Schauplatz grosser und schneller Veränderungen, und es wird eine geraume Zeit verfliessen, ehe die Beobachtung uns hinreichende Data geliefert hat, um eine Theorie dieser Veränderungen versuchen zu können. Soll überhaupt dies jemals gehofft werden, so müssen noch manche höchst wesentliche Mängel der jetzigen Beobachtungsmethode, die in Bezug auf Helligkeitsbestimmungen nur eine Schätzungsmethode ist, eintreten, wozu die neuesten Fortschritte der Photometrie allerdings Aussicht eröffnen.

Die Doppelsterne.

§. 1.

Als man dahin gelangt war, das Auge für den Anblick des Himmelsgewölbes durch künstliche Bewaffnung zu schärfen, bemerkte man bald, dass an mehreren Stellen, wo das freie Auge nur einen einfachen Stern wahrgenommen hatte, zwei oder auch mehrere Sterne einander sehr nahe standen. Der Grund, weshalb man ohne Fernrohr nur einen einzelnen wahrgenommen, lag zwar oft in der zu geringen Lichtstärke des kleineren Sternes, hauptsächlich aber in der zu grossen Nähe, welche veranlasst, dass der Lichtglanz des einen Sterns sich mit dem des andern auf der Netzhaut des Auges vermischt und so die Vorstellung eines einfachen Sternes entsteht. Man nannte solche nur durch Fernröhre zu trennende Punkte Doppelsterne, oder, bei drei und mehreren vielfache Sterne, eine Benennung, die sich hiernach bloss auf die äussere Erscheinung bezieht und die Entscheidung, ob sie wirklich in einer näheren gegenseitigen Verbindung stehen, unberührt lässt. Denn wenn wir kein Mittel besitzen, die wirkliche Entfernung jedes einzelnen Sterns von unserer Erde zu ermitteln, so kann die obige Wahrnehmung allein noch nicht genügen, die Frage zu beantworten, ob diese Sterne wirklich nahe nebeneinander, oder nur für unsern Standpunkt in fast gleicher Richtung hintereinander stehen, ob sie demnach physisch oder bloss optisch doppelt sind, in welchem letzteren Falle nichts hindert, dass ihre wahre gegenseitige Entfernung nicht eben so gross ist, oder grösser als die

zweier andern Sterne, die wir an entgegengesetzten Punkten des Himmels erblicken.

§. 2.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse die Grenze zu bestimmen, innerhalb deren es dem blossen Auge nicht mehr möglich ist, nahestehende Objekte des Himmels von einander zu trennen. Viel hängt dabei vom verhältnissmässigen Glanze der Sterne ab. Ist einer von beiden ausgezeichnet hell, so wird man den schwächeren schwerer erkennen, als wenn beide nahe von gleicher (am besten nicht über 3ter und nicht unter 5ter) Grösse sind. Die Jupitersmonde z. B. wären hell genug, um mit freiem Auge gesehen zu werden, wenn der stark glänzende Hauptplanet nicht neben ihnen stände; so aber, obgleich der dritte Mond eine scheinbare Entfernung von 6, und der 4te von 10 Minuten vom Jupiter erreichen kann, sind dennoch diese Begleiter den Alten völlig unbekannt geblieben. Noch jetzt gelingt es nur den aussergewöhnlich weitsichtigen Augen, und selbst dies wohl nur vermöge der anderweitig erlangten Kenntniss, zuweilen einen Jupitersmond zu unterscheiden. Dagegen ist der Stern 5ter Grösse, der neben ζ des grossen Bären (Mizar) steht und 11 Minuten in Bogen von ihm entfernt ist, von den Arabern gesehen und benannt worden, ehe es Ferngläser gab, was in unseren Klimaten nicht so leicht gelingt *). Die beiden mit α Capricorni bezeichneten Sterne haben $6\frac{1}{2}$ Minuten gegenseitige Entfernung, werden aber doch nur von guten Augen getrennt gesehen. Dagegen erkennt selbst

*) Obgleich ζ Ursae maj. in Mitteleuropa höher steht, als in den Aequatorgegenden Amerika's, so versichert dennoch v. Humboldt, dass es ihm dort möglich gewesen, den Nebensterne mit blossen Auge zu sehen, nicht aber in Europa. — In Kazwini's arabischer Beschreibung des (jetzt in Dresden befindlichen) Kufischen Himmelsglobus wird dieser Nebensterne Suha genannt und dabei erwähnt, dass nach ihm die Menschen ihr Gesicht prüfen, d. h. ob sie im Stande sind, ihn zu sehen.

das schärfste Auge in ϵ und 5 Lyrae, die $3' 27''$ auseinander stehen, nicht zwei getrennte, sondern höchstens einen ovalen Stern, und eben so wenig sieht man den Nebestern von α Librae ($3' 51''$ Distanz) mit freiem Auge gesondert. — Die Grösse von 5 Minuten ist der 55ste Theil der Entfernung des Castor von Pollux, und wer demnach Sterne bis zu dieser Grenze noch unterscheiden will, muss im Stande sein, in einer vom Castor zum Pollux gezogenen Reihe von 56 Punkten die einzelnen gesondert zu erblicken.

Für ein scharf begrenzendes Fernrohr würde also die Grenze der Trennbarkeit zweier Sterne sich im umgekehrten Verhältnisse der angewandten Vergrößerung vermindern müssen. Bei einer 20maligen Vergrößerung würde man Sterne bis zu $15''$ Distanz, z. B. 61 Cygni, noch trennen können, bei einer 75maligen schon den Doppelstern Castor, bei einer 100maligen ϵ und 5 Lyrae, die jeder für sich ein Doppelsystem bilden, getrennt erblicken, stets unter der Voraussetzung, dass die Begrenzung der Bilder noch vollkommen scharf sei. Die Erfahrung bestätigt diese Annahme. *Struve* konnte im Dorpater Refraktor mit 1000maliger Vergrößerung noch Sterne trennen, die nur $0'',3$ auseinander stehen, es ist aber $\frac{5'}{1000}$ genau $0''3$.

Mit 180maliger Vergrößerung erkenne ich ξ Ursae noch ziemlich gut getrennt (jetzige Distanz $1'',9$), kaum noch σ Coronae ($1'',4$), der schon keinen Zwischenraum, sondern gleichsam zwei aneinander geklebte Sterne darstellt, dagegen ζ Bootis, ζ Herculis, η Coronae höchstens nur länglich. γ Virginis sah ich im Jahre 1834 in einem $4\frac{1}{2}$ f. Achromaten mit 180 Vergrößerung ein einziges Mal wirklich doppelt, 1835 nur länglich, 1836 und 1837 konnte ich, obgleich der Positionswinkel mir im Allgemeinen bekannt war, doch nur einen gewöhnlichen runden Stern erblicken.

§. 3.

Indess hat man sich in neueren Zeiten durch die unerwartet grosse Anzahl äusserst nahe stehender Sternpaare veranlasst gefunden, die näheren Untersuchungen in weit engere Grenzen, als die §. 2 angegebenen, einzuschliessen. *Herschel* theilte die Doppelsterne ihrer Distanz nach in Klassen, deren erste die Sterne bis 4'', die zweite bis 8'', die dritte bis 16'' u. s. w. enthält, in welcher Progression fortschreitend also erst die 8te Klasse solche Sterne umfassen würde, die von scharfen unbewaffneten Augen noch unterschieden werden können. *Struve's* Cataloge enthalten im Allgemeinen nur die ersten vier Herschelschen Klassen, also bis zu 32'' Distanz, woraus er aber 8 Abtheilungen macht. So gehört also der Begleiter von α Lyrae, der 43'' Abstand hat, nicht mehr in die so begrenzten Kategorien der Doppelsterne, obgleich der Abstand nur den 7ten Theil desjenigen beträgt, den das scharfe Auge noch unterscheidet. — Die acht Klassen *Struve's* sind folgende:

I.	Kl.	bis zu	1''	Abstand.
II.	-	2	-	
III.	-	4	-	
IV.	-	8	-	
V.	-	12''	-	
VI.	-	16	-	
VII.	-	24	-	
VIII.	-	32	-	

§. 4.

Bis zum letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts waren nur sehr wenige Sternpaare, die den obigen Klassen angehören, bekannt, aber noch kein einziges näher untersucht. Noch hatte man keine Ahnung von den ungemein wichtigen Aufschlüssen, welche wir durch sie erlangen würden, auch waren die Hilfsmittel jener Zeit nicht geeignet, mit einigem Erfolge in eine

nähere Untersuchung des Gegenstandes eingehen zu können. So finden wir in den Catalogen *Flamsteed's*, *Cassini's*, *Bradley's* und *Tob. Mayer's* fast nur diejenigen Sterne als doppelt aufgeführt, die jedem aufmerksamen Himmelsbeobachter, mochte er auch zu ganz andern Zwecken seine Musterungen anstellen, in die Augen fallen mussten. Schliesst man diejenigen aus, welche weiter als 32'' von einander abstehen, so bleiben nur etwa 20 Sternenpaare übrig, die bereits in den angeführten älteren Verzeichnissen aufgeführt sind, und die jetzt sämmtlich in einem 2füssigen Plössl'schen dialytischen Fernrohr als doppelte wahrgenommen werden können. Die merkwürdigsten sind ζ Ursae (1700 am 7. Sept. von *Gottfried Kirch* gesehen), γ Arietis, γ Virginis (damals gegen 6'' abstehend), α Geminorum, ϑ Serpentis, p Ophiuchi, α Hydrae, ζ Cancr., 61 Cygni, σ Capricorni, b Sagittarii (letzterer von *Bradley* aufgefunden). Einige derselben hatte man am Meridianinstrument zu bestimmen versucht, indem man den Durchgang jedes einzelnen Sterns beobachtete, was natürlich grosse Schwierigkeiten hat, und demnach nur als erste, roheste Näherung angesehen werden kann. *Bradley* bediente sich zuerst eines auch in neueren Zeiten noch theilweise angewandten Verfahrens die Richtungswinkel der Begleiter zu bestimmen; er betrachtete gleichzeitig mit dem rechten Auge den Himmel durch's Fernrohr und mit dem linken unbewaffnet, und suchte nun zwei Sterne, welche mit letzterem gesehen, in derselben gegenseitigen Richtung standen, als der Doppelstern im Fernrohr, und die Richtung der ersteren konnte sodann leicht und sicher durch Meridianbeobachtungen bestimmt werden. Wäre die Vergleichung selbst eben so sicher gewesen, so würde diese Methode nichts zu wünschen übrig lassen; allein obgleich sie gegenwärtig mit Recht beseitigt ist, so kann sie dennoch als der erste gelungene Schritt zu einer genauern Kenntniss dieser Himmelskörper angesehen werden, und wir würden ohne diese *Bradleyschen* Positionswinkel über die Bahnen einiger wichtigen Doppelsterne, namentlich *Castor* und γ Virginis, noch lange in

Unwissenheit bleiben, während sie jetzt, ähnlich den Finsternissbeobachtungen der Chaldäer, Griechen und Araber, durch den langen Zeitraum, der sie von uns trennt, die Ungenauigkeit reichlich vergüten, die man dieser Methode zuzuschreiben genöthigt ist.

§. 5.

Nur wenige Jahre vor dem Beginn der grossen Arbeit *Herschels* über die Doppelsterne trat *Christian Mayer*, ein Astronom in Mannheim, ganz unerwartet mit Beobachtungen von Fixsterntrabanten auf, die ihm, da man sich eine unrichtige Idee von der Sache machte, vielen Widerspruch und selbst Verpottung zuzogen, aber nichts destoweniger begründet waren. Man bewies weilläufig, was eines Beweises kaum bedurft hätte, dass ein mit erborgtem Lichte leuchtender und einen Fixstern umkreisender Planet nie von uns gesehen werden könne, und nahm stillschweigend oder ausdrücklich an, dass nur dunkle Weltkörper um Sonnen kreisen könnten. Erschien auch der Name Fixsterntrabant für jene Zeit etwas gewagt (er hat sich später glänzend gerechtfertigt), so hatten doch die Beobachtungen jedenfalls ihren unbestrittenen Werth. *Ch. Mayer* gab in seinem Werke (Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntrabanten, Mannheim 1778) ein Verzeichniss der von ihm beobachteten 80 Sternenpaare, von denen 67 den oben angeführten *Struveschen* Klassen angehören, die übrigen 13 einen grössern Abstand als 32'' haben. Die meisten sind von ihm neu entdeckt, und manche derselben gehören noch jetzt zu den schwierigen Objekten, welche nur kräftige Instrumente darzustellen vermögen, wie ρ Herculis, 71 Herculis, ϵ Lyrae, 5 Lyrae, ζ Aquarii, ω Piscium, und einige andere. Er mass den Abstand in Rectascension und Declination, freilich nur an Meridianinstrumenten, wie man noch viel später häufig gethan hat, und wies, aus diesen und den Beobachtungen früherer Astronomen, Veränderungen nach, welche sich darin gezeigt hatten. Allerdings blieb er den Beweis schuldig, dass jene Veränderungen nicht

von eigenen Bewegungen der Sterne im Weltraume herrührten, wie denn bei seinen „Arcturstrabanten“, die er häufig beobachtete, wohl jetzt ziemlich feststeht, dass nur die eigene Bewegung Arcturs, keinesweges eine um ihn kreisende der vermeintlichen Trabanten, die Unterschiede veranlassten. Auch können seine fleissigen Beobachtungen jetzt keinen Werth mehr ansprechen, wo es sich um Berechnung von solchen Umlaufsbahnen handelt; allein es genügt für jene Zeit, die Idee angeregt zu haben. Eine schärfere Unterscheidung, einen überzeugenden Beweis konnte man damals noch nicht verlangen; die Hülfsmittel waren noch zu unvollkommen und die Fixsternkunde im Allgemeinen zu wenig bearbeitet, als dass man *Mayer* einen Vorwurf über manche Unklarheit in seinem Werke machen könnte. Der ganze, nun längst erledigte, Streit kann uns zur Warnung dienen, nicht nach vorgefassten Meinungen über Thatsachen der Erfahrung und Beobachtung abzusprechen, ein Verfahren, wie es in der Geschichte der Naturwissenschaften nur zu häufig angetroffen wird.

§. 6.

Dies war der Stand der Sache, als der unvergessliche *William Herschel* auftrat, mit seinen von ihm geschaffenen Riesenteleskopen in die Tiefen des Fixsternhimmels eindrang und gleichzeitig mit der Fackel seines Geistes ihr nächtliches Dunkel beleuchtete. Seine Arbeiten in diesem Zweige der Astronomie begann er 1776 mit einer Messung des bekannten Trapeziums γ Orionis. Bis zum J. 1783 folgten hierauf die Messungen von 450 Doppelsternen, ungerechnet mehrerer, deren Distanz $32''$ übersteigt, eine Zahl, welche durch spätere Untersuchungen noch beträchtlich vermehrt wurde. Er zeigte, dass die unerwartet grosse Zahl dieser eigenthümlichen Bildungen, verbunden mit dem ungemein kleinen Winkel, unter dem wir sie erblicken (viele der von ihm entdeckten haben noch nicht eine Sekunde scheinbarer Distanz), nicht anzunehmen gestatte, dass diese Erscheinung überall nur eine in der zufälligen Stellung unseres

Sonnensystems begründete sei, dass der Fall, wo zwei Sterne so genau in gerader Linie mit dem Sonnensysteme ständen, als hierzu erfordert wird, viel seltner sein müsse, dass daher die Mehrzahl der Doppelsterne nicht bloß optisch, sondern real (physisch) in näherer Beziehung zu einander ständen und Systeme bildeten, in denen man im Laufe der Zeit Bewegungen wahrzunehmen hoffen dürfe, ähnlich denen, welche die Planeten und Monde zeigten. Deshalb sei eine genaue Beobachtung der Distanz und des Richtungswinkels der Doppelsterne von grösster Wichtigkeit, sowohl bei den physischen, um dadurch zu einer Kenntniss ihrer Bahnen und der gegenseitig wirkenden Kräfte zu gelangen, als auch bei den optischen, um die Differenz ihrer jährlichen Parallaxen zu erforschen. — Indess blieb man bei dem Erstaunen stehen, welches seine grossartigen Entdeckungen und Ideen natürlich erregt hatten; er fand im langen Laufe seines Lebens keine Mitarbeiter, die auf diesem unermesslichen Felde doch so wünschenswerth gewesen wären, und als ihm nach Verlauf von einigen zwanzig Jahren (1802—1804), bei einer neuen Durchmusterung der Doppelsterne, die Freude ward, unbezweifelbare Veränderungen, und dadurch die Bestätigung seiner Ideen, zu finden, hatte er dies nur seinen eigenen Untersuchungen zu danken.

§. 7.

Indess waren unter der grossen Zahl beobachteter Sternepaare doch nur wenige, in denen eine Veränderung angezeigt war, und diese selbst meistens sehr gering. Zur Bestimmung einer Bahn konnten diese Beobachtungen, selbst wenn andre in der Zwischenzeit angestellte, vorhanden gewesen wären, noch durchaus nicht genügen, und so Grosses auch von diesem einen Manne geleistet war: in Vergleich zu dem, was noch zu thun übrig blieb, um auch nur die Hauptfragen beantworten zu können, war es nur ein schwacher Anfang zu nennen.

Abermals erfolgte ein Stillstand von mehr als einem Decen-

nium, ohne dass Etwas für die Kenntniss dieser Himmelskörper geschah, wenn man einige gelegentliche Beobachtungen an Meridiankreisen ausnimmt. *Herschel* hatte sein langes und ruhmvolles Leben geendet; aber er hatte das Glück in seinem Sohne auch geistig fortzuleben und fortzuwirken. *John Herschel* hat der Welt bewiesen, dass er eines solchen Vaters vollkommen würdig sei. Im Besitz der schönen Instrumente desselben, widmete er sich eifrig diesen Untersuchungen, anfangs in England und Frankreich, wo er mit *James South* von 1819 bis 1833 eine beträchtliche Anzahl von Doppelsternen theils neu entdeckte, theils genau und wiederholt bestimmte, später (seit Anfang 1834) in Feldhausen am Cap der guten Hoffnung, wohin er einen Theil seiner Instrumente versetzt hatte, um auch den noch so wenig durchforschten südlichen Himmel in dieser Beziehung zu beobachten. Die bis jetzt bekannt gewordenen Resultate dieser wichtigen Untersuchung sind hinreichend, um zu zeigen, welchen Reichthum und welche Mannichfaltigkeit der südliche Himmel auch in dieser Beziehung darbietet.

Gleichzeitig hat *Dawes* in England, mit grossen, kraftvollen Werkzeugen versehen, mehrere, namentlich die schwierigeren Doppelsterne, der Richtung und Entfernung nach, gemessen, und einzelne zerstreute Beobachtungen dieser Art besitzen wir auch von Capt. *Smith*, *Amici* und anderen Astronomen.

Die bisher genannten grösseren Arbeiten gingen von Beobachtern aus, welche sich ausschliesslich denjenigen Aufgaben der sogenannten physischen Astronomie, bei denen es auf genaue Zeitbestimmungen wenig oder gar nicht ankommt, gewidmet hatten, während die eigentlichen festen Sternwarten mit andern Untersuchungen, welche nicht ohne Meridianinstrument ausgeführt werden können, vollauf beschäftigt, die Doppelsterne gar nicht oder doch nur gelegentlich beobachtet hatten. Auch diese Scheidewand ist jetzt, und gewiss zum grössten Vortheile der Wissenschaft, gefallen. Die Sternwarten von Dorpat und Königsberg sind die ersten, welche die Beobachtungen der zusammengesetz-

ten Fixsterne nach einem regelmässigen Plane verfolgten; ihnen haben sich in den allerneuesten Zeiten München, Berlin, Leyden und Cincinnati angeschlossen. — *Bessel* in Königsberg wandte zuerst das Heliometer zu diesen Beobachtungen an. Das treffliche, in No. 189 der astronomischen Nachrichten beschriebene Instrument ward im October 1829 aufgestellt, und seit dieser Zeit, mit einem alle Erwartungen überbietenden Erfolge, auch zur Beobachtung der Doppelsterne angewandt. Das Princip des Heliometers, durch Verdoppelung der Bilder zu messen, giebt ihm für Differentialbeobachtungen einen entschiedenen Vorzug nicht nur vor Meridianinstrumenten und Kreismikrometern, sondern bei Distanzmessungen selbst vor dem Filarmikrometer, besonders was sehr schwache Sterne betrifft, da es keiner Beleuchtung der Fäden oder des Feldes bedarf wie jenes. Insbesondere wählte *Bessel*, nach einer Verabredung mit *Struve*, 38 der hellern und merkwürdigern Doppelsterne aus, um durch häufig wiederholte und nahe gleichzeitige Beobachtungen der Distanz und Position die Kraft der beiderseitigen Hülfsmittel und die Uebereinstimmung ihrer Resultate vergleichend zu prüfen. — Doch auch früher schon hatte *Bessel*, bei Gelegenheit seiner Zonenbeobachtungen, diesen Gegenstand sorgfältig beachtet, und wir verdanken ihm die Entdeckung einer nicht geringen Zahl bis dahin noch unbekannter Doppelsterne.

§. 8.

Aber das Höchste, was in diesem so neuen und so unermesslichen Felde bis jetzt geleistet worden, verdanken wir den glänzenden Talenten und der staunenswürdigen Thätigkeit eines Mannes, dem glücklicherweise auch äussere Mittel geboten waren, wie bisher keine Sternwarte sich deren rühmen konnte. *Struve* in Dorpat verfolgte, sobald er 1813 als Astronom an der Sternwarte Dorpat angestellt war, seine schon früh gefasste Idee, die Doppelsterne zu untersuchen. Ihm standen damals nur ein 8 f. Meridianinstrument und ein bewegliches 5 f. Fernrohr

zu Gebote. War auch die Auffindung dieser Sterne bei ihrer Culmination leicht genug, und die optische Kraft des Meridianfernrohrs unerwartet gross, so konnten doch in diesem nur Rectascensionsdifferenzen, und in dem zweiten schwieriger anzuwendenden Instrumente (da es nicht parallaktisch montirt war) nur Richtungswinkel erhalten werden. Erst seit 1821, wo das bewegliche Fernrohr ein Fadenmikrometer erhielt, konnten vollständigere Bestimmungen versucht werden; allein die Hauptarbeit begann, als im Jahre 1824 der grosse *Fraunhofersche* Refraktor nach Dorpat kam. Jetzt ward nach einem umfassenden Plane gearbeitet, den sich *Struve* folgendergestalt entworfen hatte:

- 1) Katalogisirung der Doppelsterne.
- 2) Ortsbestimmung derselben am Meridiankreise.
- 3) Mikrometermessungen zur Bestimmung der gegenseitigen Entfernung und Richtung.
- 4) Beobachtungen über die Parallaxendifferenz der als optisch erkannten Doppelsterne.
- 5) Beobachtungen über den Glanz und die Farben der verschiedenen Sterne.

Das erste grössere Werk *Struve's* über diesen Gegenstand ist sein Katalog von 1820. Er enthielt ausser den *Herschelschen*, *Lalandeschen* und andern bis dahin bekannten Doppelsterne auch mehrere von *Struve* selbst entdeckte, überhaupt 795 (von denen jedoch nur etwa 500 innerhalb der obigen Grenzen zusammenstehen), ihrem genäherten Orte nach.

Das zweite erschien 1827, und enthält eine genaue, mit dem grossen Refraktor angestellte $2\frac{1}{2}$ jährige Durchmusterung des in Dorpat sichtbaren Himmels bis zum 15° südlicher Abweichung (etwa 120000 Sterne), wobei sich 3112 Doppelsterne der obigen Klassen, mithin die sechsfache Zahl der früher bekannten, vorfanden. Dieser zweite Katalog enthielt die genäherten Oerter und eine auf Schätzung beruhende Beschreibung und Klassifikation derselben, nebst mehreren vorläufig abgeleiteten allgemeinen und speciellen Folgerungen.

Das dritte umfassende Werk *Struve's*, das als die wahre Grundlage für alle gegenwärtigen und künftigen derartigen Forschungen betrachtet werden, ja, welchem auf dem Gebiete der physischen Astronomie kein einziges an die Seite gestellt werden kann, sowohl was den ungeheuren Umfang der Arbeit, als die innere Vollendung derselben betrifft, ist das im Jahre 1837 unter dem Titel: „*Mensurae micrometricae stellarum duplicium etc.*“ erschienene, welches die wiederholten Mikrometermessungen von 2710 Doppelsternen (mehrere des früheren Katalogs waren, hauptsächlich wegen zu grosser Schwäche des Begleiters, von der Messung ausgeschlossen, dagegen mehrere andere von grösserem Abstände als 32'' hinzugefügt worden), durchschnittlich jeden 4mal bestimmt, enthält. Um den Umfang dieser Arbeit zu würdigen, genügt die Bemerkung, dass eine günstige Nacht, wenn man die bequem gelegenen Tagesstunden mitrechnet, im Durchschnitt die Messung von 25 Doppelsternen gestattet; 11050 Messungen, die in allem gemacht sind, erfordern also 442 heitere Nächte; da man sich aber gewöhnlich mit theilweise heiteren begnügen muss, so steigt die Zahl derer, die diesem Geschäft überhaupt gewidmet werden müssen, noch weit höher.

Ein viertes, seinem Materiale nach fast beendetes Werk, die genauen Ortsbestimmungen der Hauptsterne dieser Systeme enthaltend, wird binnen einigen Jahren erscheinen. Diese Beobachtungen sind bis 1826 von *Struve*, seitdem von *Preuss* angestellt und nach des letztern Tode von *W. Dölln* und *T. Clausen* auf der Dorpater Sternwarte fortgesetzt worden. — Dieses Werk wird in Verbindung mit dem vorhin genannten der Nachwelt die Mittel darbieten, physische und optische Doppelsterne zu unterscheiden und — so weit dies überhaupt möglich ist — die Bahnen der erstern und die Parallaxe der letztern zu ermitteln, wozu jetzt nur erst ein schwacher Anfang gemacht werden kann, da jene Umlaufszeiten meistens nach Jahrtausenden berechnet werden zu müssen, und die Parallaxen auf kleine Brüche von Bogensekunden beschränkt zu sein scheinen.

Wirklich hat *Struve* bereits, wie §. 28 des vor. Abschnitts erwähnt ist, den Versuch gemacht, die Parallaxe des Doppelsterns α Lyrae, den er für entschieden optisch betrachtet, zu ermitteln, und findet aus 96 Beobachtungen im Mittel $0'',2613$, was auf eine Entfernung von 768000 Sonnenweiten führen würde, aber noch lange fortgesetzter Untersuchungen bedarf. Der grosse Gedanke *Galiläi's*, in einer Zeit, wo die Bewegung der Erde um die Sonne noch inquisitorische Verfolgungen verursachte, durch Beobachtung nahestehender Sterne und Ermittlung ihrer jährlichen Parallaxe diese Bewegung zu einer von jeder Theorie unabhängigen Evidenz zu bringen, hat also endlich in unsern Tagen sich verwirklicht.

Gegenwärtig, wo eine nicht unbedeutende Anzahl von Sternwarten mit Hilfsmitteln versehen ist, wie sie dieser Gegenstand erfordert, steht zu erwarten, dass die Kräfte derselben vorzugsweise der Beobachtung doppelter und vielfacher Sterne gewidmet sein werden. Spiegelteleskope nach *Herschel's* Princip, achromatische Refraktoren, Heliometer und dialytische Fernröhre werden wetteifern, um einander an Genauigkeit der Resultate zu überbieten. Die Analysis wird die neuen Aufgaben, welche ihr durch diese Beobachtungen gestellt werden, siegreich lösen die Fixsternkunde wird mehr und mehr in gleicher Art behandelt werden können, wie die unseres eignen Sonnensystems, und nach Jahrhunderten werden die Ephemeriden die gegenseitige Stellung der einzelnen Glieder jener grossen Systeme eben so bestimmt vorausverkündigen, wie jetzt die Planetenörter.

§. 9.

Nach dieser geschichtlichen Darstellung wollen wir zu einer näheren Betrachtung der gewonnenen Resultate übergehen und ihnen einige numerische Uebersichten vorausschicken.

Die Zahl der gemessenen Doppelsterne bei *Struve* beträgt, nach den verschiedenen Klassen und Ordnungen:

	mit hellern	—	mit schwächern Nebensternen
Kl. I.	62		29
II.	116		198
III.	133		402
IV.	130		452
V.	54		298
VI.	52		179
VII.	54	}	429
VIII.	52		
	653		1987

Unter den erwähnten 2640 Sternenpaaren sind mit einbegriffen:

64 dreifache Sterne

3 vierfache „

1 fünffacher (nach neuern Forschungen 7facher).

Nimmt man dagegen für diese mehrfachen Sterne etwas weitere Grenzen als 32'' an, so erhält man bis zu 75'' Distanz hin überhaupt:

113 dreifache,

9 vierfache,

2 fünf- und mehrfache.

Unter den hellern Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe 596 Paare untersucht, und diese ergeben folgende Verhältnisse:

A. Sterne von gleicher Farbe:

Glänzend weiss 78 Paare

Weiss 217 „

Weissgelb 27 „

Gelblich 35 „

Gelb 11 „

Goldfarbig 2 „

Grün 5 „

375 Paare.

B. Sterne von ähnlichen (verwandten) Farben:

Gelb und Weiss	30 Paare
Weiss und Blau	53 „
Beide gelb, aber von verschiedenem Grade	13 „
Beide blau, von verschiedenem Grade	5 „
	101 Paare.

C. Sterne von ganz verschiedenen Farben.

Gelb und blau	52 Paare
Gelb und bläulich	52 „
Grün und blau	16 „
	120 Paare.

Am häufigsten ist der Begleiter, wenn er überhaupt eine Farbe hat, bläulich. Der bläuliche Begleiter findet sich:

bei weissen Hauptsternen	53 mal
bei gelblichen „	52 „
bei gelben „	52 „
bei grünen „	16 „

Zu den gelben sind auch hier die röthlichen gerechnet, so wie zu den blauen die aschfarbenen und purpurfarbenen. Von letzterer Art finden sich 13 Begleiter. *)

§. 10.

Dies mag eine Vorstellung von dem Reichthum des Gegenstandes geben, den aufmerksame Beobachtung uns kennen gelehrt hat. Zunächst entsteht nun die Frage: sind diese Doppelsterne physisch oder optisch, und welche Mittel besitzen wir zur Entscheidung.

*) Die in Pulkowa 1840 und 1841 ausgeführte neue Durchmusterung des nördlichen Himmels hat uns mit 514 Doppelsternen bekannt gemacht, unter denen einige drei- und mehrfache, die zum Theil früher als doppelt gesehen worden. Etwa $\frac{1}{10}$ derselben hat über 32" Distanz; der bei weitem grösste Theil ist also als eine wirkliche und zwar höchst bedeutende Bereicherung der bisherigen Verzeichnisse zu betrachten.

Man kann diese Frage in zwiefacher Beziehung betrachten.

α) Aus der Gesamtzahl der Sterne innerhalb gewisser Grössen untersucht man nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, wie viel Sternpaare durchschnittlich in den verschiedenen Klassen am Himmel vorkommen würden, wenn sie sämmtlich optisch, d. h. nur durch ihre zufällige Stellung in Beziehung auf unsern Standpunkt, Doppelsterne wären. Die so gefundenen Zahlen, verglichen mit der Anzahl der wirklich vorhandenen, geben sodann den allgemeinen Maasstab der Wahrscheinlichkeit für die eine oder die andere Annahme.

β) Aus dem gegenseitigen Verhalten der beiden Sterne jedes einzelnen Paares, namentlich aber aus ihren Bewegungen, kann theils mit Gewissheit, theils mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit für die eine oder die andere Annahme entschieden werden.

Wäre es möglich, die Fixsternparallaxen mit hinreichender Genauigkeit kennen zu lernen, so würde die einfachste Entscheidung der Frage gegeben sein: Doppelsterne mit gleichen Parallaxen wären physische, mit verschiedenen optische. Auf Anwendung dieses Mittels aber werden wir, wie es wenigstens jetzt den Anschein hat, wohl mit sehr wenigen Ausnahmen, für immer verzichten müssen.

Ad α) sei die Anzahl der Fixsterne bis zu einer gegebenen Grössengrenze hin n , so lassen sich aus ihnen $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$

Paare bilden, und in einem gegebenen Raume, der $\frac{1}{m}$ des gesamten Himmelsraums beträgt, werden also der Wahr-

scheinlichkeit nach $\frac{n \cdot (n-1)}{2m}$ optische Doppelsterne vorkom-

men. Der Radius enthält 206265 Sekunden des grössten Kreises, die Kreisfläche mithin $206265^2 \cdot \pi$ solcher Räume, die 1'' lang und breit sind, und die Kugeloberfläche $4 \times 206265^2 \cdot \pi$. Nimmt man nun die Doppelsterne bis zu β Sekunden scheinba-

rer Distanz, so ist der Raum, den ein mit diesem Abstände beschriebener Kreis am Himmel einnimmt, durch $\beta^2 \cdot \pi$ gegeben, er ist also $= \frac{\beta^2}{4 \times 206265^2}$ des Himmels. Diesen Werth für $\frac{1}{m}$ in den obigen Ausdruck gesetzt, so werden Doppelsterne innerhalb der bezeichneten Grenzen und Grösse am Himmel gefunden werden $\frac{n \cdot (n-1) \cdot \beta^2}{8 \times 206265^2}$.

Für die einzelnen Distanzklassen ergiebt dies folgende Werthe der Distanz, bei welchen die eingeklammerten Zahlen briggische Logarithmen der Divisoren vorstellen:

Von 0'' bis 1'' Distanz	$\frac{n \cdot (n-1)}{[11,5299402]}$
„ bis 2'' „	$\frac{n \cdot (n-1)}{[10,9298802]}$
„ bis 4'' „	$\frac{n \cdot (n-1)}{[10,3278202]}$
„ bis 8'' „	$\frac{n \cdot (n-1)}{[9,7267602]}$
„ bis 12'' „	$\frac{n \cdot (n-1)}{[9,3735777]}$
„ bis 16'' „	$\frac{n \cdot (n-1)}{[9,1237002]}$
„ bis 24'' „	$\frac{n \cdot (n-1)}{[8,77152777]}$
„ bis 32'' „	$\frac{n \cdot (n-1)}{[8,5216402]}$

Es kommt also nur auf die Ermittlung von n an. Unsre Sternverzeichnisse sind noch nicht so weit durchgeführt, dass wir mit einiger Gewissheit die Zahl der Sterne bis zur 8ten oder noch geringern Grössen angeben könnten, indess kann nachgewiesen werden, dass bis zur 8ten Grösse gewiss nicht 100000 Sterne vorkommen. Setzt man also $n = 100000$, so findet sich, dass für den von *Struve* untersuchten Theil des Himmels,

der Wahrscheinlichkeit nach, an optischen Doppelsternen vorkommen würden:

	in Kl.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI	VII.	VIII.
Doppelsterne		$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{4}{7}$	$2\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{4}$	15	21
und wirklich vorkommen		62	116	133	130	54	52	54	52
folglich sind unter ihnen		62	116	132	128	50	47	39	31

der Wahrscheinlichkeit nach, physische.

Diese Untersuchung betrifft die hellern Doppelsterne, und man kann also annehmen, dass in der 1. und 2. Klasse alle, und in den übrigen bei weitem die meisten zu den physischen gehören, da unter 653 Paaren sich nur 48 optische, hingegen 605 physische, der Wahrscheinlichkeit nach, vorfinden.

Für die schwächern Sterne ist es noch weniger möglich, zu einer Entscheidung zu gelangen; indess ist leicht einzusehen, dass die Zahl der optischen, wegen des bedeutend grösseren n , bei ihnen nicht so unerheblich ist, dass vielmehr in der VII. und VIII. Klasse die meisten bloß optisch sein dürften. Für die ersten Klassen lässt sich hingegen darthun, dass die meisten, auch bei den schwächern Sternen, physisch doppelt sind. Da nämlich, wenn n constant ist, die wahrscheinliche Anzahl der optischen Doppelsterne bis zur Distanz β hin sich wie das Quadrat von β verhält, so würden die Verhältnisszahlen für die verschiedenen Klassen die folgenden sein:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Verhältnisszahlen	1	3	12	48	80	112	320	448.

Bei den Messungen *Struve's* sind 333 Sterne der 7ten und 8ten Klasse bloß der Schwäche des Hauptsterns wegen ausgeschlossen worden, ein Grund, der bei den 6 ersten Klassen nicht geltend gemacht worden ist. Werden diese wieder hinzugezählt, so erhalten wir in den obigen Klassen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
	29	198	402	452	298	179	<u>762;</u>	

woraus man sieht, dass die letztern Zahlen einem durchaus verschiedneres Verhältniss befolgen als die erstern. In Ermangelung bestimmter Daten für n wollen wir, um gewiss nicht zu viel physische herauszubringen, annehmen, dass in den beiden letzten Klassen die optischen bereits das doppelte Uebergewicht haben, d. h. dass unter drei Doppelsternen zwei optische und nur ein physischer, folglich unter 762 wirklich vorhandenen 508 optische und 254 physische sind. Dann wird die Einheit für die obigen

Verhältnisszahlen $= \frac{508}{320 + 448} = 0,66$, mithin der Wahrscheinlichkeit nach:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	<u>VII.</u>	<u>VIII.</u>
Optische Doppelsterne	1	2	8	32	53	74	508;	
folglich physische	28	196	394	420	245	105	254;	

folglich ist auch hier in den 6 ersten Klassen die Zahl der physischen überwiegend, nur in geringerem Maasse als bei den hellern Sternen.

Struve hat in seinem Katalog diese Untersuchung auch auf die Doppelsterne über 32'' Distanz, so wie auf die dreifachen Sterne, ausgedehnt. Beschränkt man sich bei jenen bis auf 7. Grösse als untere Grenze, so finden sich am Himmel, nach den *Hardingschen* Karten:

				die Wahr- scheinlich- keitsrech- nung giebt:
Doppelsterne von 32'' bis	1' Distanz	15		1½
	1' bis 2'	15	„	6½
	2' bis 5'	17	„	7¾
	5' bis 10'	38	„	27½
und bis zur 6. Gr. incl.	10' bis 15'	25;	„	21½;

so dass auch unter diesen Sternpaaren, bis zu 5' Distanz hin, der physische Nexus häufiger und für das einzelne Paar also wahrscheinlicher ist als der bloß optische, und dass nur bei den letztern, von mehr als 5' Distanz (die auch schon

scharfen blossen Augen als doppelt erscheinen), die grössere Wahrscheinlichkeit auf die entgegengesetzte Seite fällt.

Ueberhaupt aber zeigt der Fixsternhimmel an mehreren Stellen Anhäufungen sehr heller oder beträchtlich vieler Sterne, bei denen es ohne alle Rechnung einleuchtet, dass hier nicht blos der optische Zufall waltet.

§. 11.

Sind Sternpaare zu den physischen zu zählen, so werden sie auch eine gegenseitige Wirkung auf einander ausüben, welche die etwaigen Wirkungen dritter Körper weit überwiegt, sie werden also ein System bilden. In Folge dessen werden sie um einander, oder um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt: Bahnen beschreiben, wodurch ihr gegenseitiger Richtungswinkel (Position) und in den meisten Fällen auch die Distanz geändert werden muss; sie werden ferner, wenn noch eine anderweitige Bewegung im Weltenraume stattfindet, diese letztere gemeinschaftlich vollführen, wie Erde und Mond die Bewegung um die Sonne. Beides wird, wenngleich oft erst nach vielen Jahren, durch Beobachtungen von der Erde aus erkannt und mithin die ad β) erwähnte specielle Entscheidung herbeigeführt werden können.

Unter den 560 Sternen, welche *Argelander* in Bezug auf eigene Bewegung untersucht hat, kommen 53 *Struvesche* Doppelsterne vor; unter diesen konnten 41, da die eigene Bewegung ausser Zweifel gesetzt, und die Sterne bereits von *Herschel* beobachtet waren, in Bezug auf die Natur ihrer Duplicität untersucht werden. Das Resultat ist, dass in 40 von diesen Sternepaaren der Haupt- und Nebensterne die gleiche eigene Bewegung verfolgt haben und folglich für Systeme gehalten werden müssen, während nur einer (δ Equulei) sich als optischer Doppelstern gezeigt hat.

Ferner finden sich 27 Sternpaare von $32''$ — $7'$ Distanz, die sowohl in *Argelander's* Katalog, als bei *Struve* und *Herschel*

vorkommen. Unter diesen ergiebt die Untersuchung 14 physische, 9 optische und 4 noch zweifelhafte Doppelsternpaare.

Den entscheidendsten, aber freilich auch schwierigsten Beweis muss nun die Bewegung im Systeme selbst darbieten, und auf diese sind dann auch vorzugsweise die Bemühungen der Beobachter gerichtet gewesen. Nur ist nicht zu erwarten, dass man hierin schon so weit gekommen sei, als bei den Bewegungen der übrigen Weltkörper. Vor *Herschel* finden sich nur wenige vereinzelte und noch dazu sehr unsichere Data; *Herschel's* des Vaters Bestimmungen, so sehr sie auch alle frühern an Planmässigkeit, Anzahl und Genauigkeit übertreffen, sind doch den neuern nicht gleichzusetzen, und diese letztern, allein unter sich verglichen, können wegen des kurzen Zeitraums nur in einer Minderzahl der Fälle eine Andeutung von einer solchen Bahnbewegung geben. In einigen Jahrhunderten wird die Astronomie an Kenntnissen dieser Art reich sein; gegenwärtig kann kaum der 6te Theil der Doppelsterne in die Klasse derer gesetzt werden, wo die Spur einer Bahnbewegung mit Sicherheit aus den Beobachtungen folgt. Aber selbst dies Wenige hat zu äusserst wichtigen Aufschlüssen geführt, wovon in den folgenden Abschnitten die Rede sein wird. Hier genüge die Bemerkung, dass unter 2640 Sternen bis zum Jahre 1836 bei 58 Paaren die Stellungsveränderung mit Gewissheit erkannt, bei 39 — überwiegend wahrscheinlich, bei 66 — angedeutet, aber noch sehr ungewiss, und bei 2487 — noch keine Spur derselben bemerkt worden war, während gegenwärtig etwa 500 aufgeführt werden können, bei denen die Bewegung entschieden gewiss oder doch überwiegend wahrscheinlich stattfindet.

Es kann demnach dieser letztere Umstand bis jetzt nur noch in wenigen Fällen zur Entscheidung benutzt werden, obwohl er die Sache selbst, dass es nämlich physische Doppelsterne gebe, ausser Zweifel setzt.

Ein specieller Fall scheint indess noch eine besondere Be-

achtung zu verdienen. Ein Stern kann um einen anderen eine Bahn zu beschreiben scheinen und gleichwohl optisch sein, während ein anderer, der sich scheinbar in Ruhe befindet, eine solche Bahn wirklich beschreibt, und folglich physisch ist.

§. 12.

Untersuchen wir jetzt diesen Fall etwas genauer.

Ein physisch verbundener Begleiter muss, während er an der eignen Bewegung des Hauptsterns Theil nimmt, zugleich einen Kegelschnitt um denselben beschreiben. Beides kann sich schon in kurzer Zeit zeigen und (wie namentlich in dem Falle von 61 Cygni) schon nach 5 bis 10 Jahren ausser Zweifel gesetzt sein, bei andern dagegen können eben so viele Jahrhunderte vergehen, ohne dass selbst durch die sorgfältigsten und zahlreichsten Beobachtungen eine Entscheidung herbeigeführt werden kann: wenn nämlich beide Bewegungen, die kreisende des Begleiters und die eigne des Hauptsterns, unmerklich sind. Unter der grossen Zahl der Fixsterne finden sich etwa 1500, bei denen die eigne Bewegung gewiss ist, obwohl es keinem Zweifel unterliegt, dass diese Zahl sich fortwährend vergrössern müsse. Allein gewiss werden Jahrhunderte verfliessen, bis von der Mehrzahl der bis jetzt aufgefundenen Doppelsterne die eigne Bewegung aufgefunden ist, da sich unter ihnen gar manche befinden mögen, die in einem Jahrhundert noch nicht um eine Bogensekunde fort-rücken. Alsdann aber kann in einem sehr möglichen Falle die kreisende Bewegung des Begleiters der eignen des Hauptsterns (die folglich dem Begleiter auch zukommt) ganz oder nahezu entgegengesetzt und zugleich, lineär gemessen, ihr beiläufig gleich sein (wozu in unterm Planetensysteme bei den Jupiters- und Saturnstrabanten einige Beispiele vorkommen), und so wird man aus den Beobachtungen auf einen optischen Doppelstern schliessen, wo in der That ein physischer vorhanden ist.

Eben so nahe liegt der umgekehrte Fall: zwei hintereinander stehende Sterne haben jeder eine verschiedene eigne Bewegung, sie ist aber für beide so gering oder auch so wenig verschieden,

dass ihre gegenseitige Stellung sich nach einem langen Zeitraum nur um eine Kleinigkeit geändert hat, und sie nach wie vor Doppelsterne einer gewissen Klasse sind. Die scheinbare Bewegung des Begleiters wird nun zwar, absolut genommen, in diesem Falle gradlinigt sein, da wir annehmen müssen, dass die wenigen Bogensekunden, um welche wir Fixsterne fortrücken sehen, uns als grade Linie erscheinen; nichts desto weniger aber wird auch so das Princip der gleichen Flächenräume sich scheinbar bestätigt finden, und man erst nach sehr langer Zeit sich überzeugen, dass die Bewegung des Nebensterns keine solche ist, die sich auf den Hauptstern bezieht. Mit entschiedener Gewissheit wird sich also der physische Doppelstern erst dann als solcher bewähren, wenn die Beobachtungen uns überzeugen, dass die Curve seiner Bewegung eine stärkere Abweichung von der graden Linie zeigt als die, welche die noch möglichen Beobachtungsfehler bewirken könnten, und wenn diese Curve zugleich gegen den Hauptstern hin concav ist; der optische hingegen, wenn die Bewegung des Begleiters als eine grade Linie erkannt, und zugleich so beträchtlich ist, dass man sie nicht mehr als Theil einer projecirten kreisenden Bahn betrachten kann. Mit andern Worten: ein optischer Doppelstern kann dies nur einen bestimmten Zeitraum hindurch bleiben (eine Zeit, die sich aber auf viele Jahrhunderte erstrecken kann), ein physischer dagegen wird zu allen Zeiten als Doppelstern erscheinen.

Es ergiebt sich hieraus, wie wichtig es ist, die Messungen nicht etwa blos nach Verlauf eines langen Zeitraums zu wiederholen, sondern auch in der Zwischenzeit möglichst zahlreiche Bestimmungen zu geben. Glücklicherweise wird diese unsre Unkenntniss für die Praxis der Beobachtungen ohne Nachtheil bleiben, und die Nachkommen deshalb nicht später zum Besitz bestimmter und genauer Resultate gelangen; denn da die Beobachtungen, durch welche bei optischen Doppelsternen möglicherweise die Parallaxe erhalten werden kann, nicht verschieden sind von denen, wodurch man bei physischen die Bahn erhält, so kann der beobachtende

Astronom nicht im Zweifel sein, was er zu thun habe. Beobachtet man — wie *Struve* und *Bessel* stets gethan haben — Positionswinkel und Distanz gleichzeitig, und nicht etwa getrennt an verschiedenen Tagen, so fällt auch jede Rücksicht auf die Wahl des Zeitpunktes weg, wo die etwaigen parallactischen Differenzen ihr Maximum erreichen. Stets wird nämlich die parallactische Veränderung der Distanz dem Sinus, die Position dem Cosinus eines gewissen Winkels, der für beide Coordinaten derselbe ist, proportional sein, mithin die Differenzen wechselsweise für die Distanzen im Maximum stehen, wenn sie für den Positionswinkel gleich Null sind, und umgekehrt.

§. 13.

Man kann übrigens noch manche andre Wege der Betrachtung einschlagen, die sich sämmtlich in dem gleichen Resultat vereinigen. So finden sich z. B. unter den hellern Sternen mehr Doppelsterne als unter den schwächern. Unter 100 Sternen fand *Struve*:

bei 1. bis 3. Grösse	18	Doppelsterne
bei 4. bis 5.	13	-
bei 6. bis 7.	8	-

während bei noch schwächern, bis zur 9. Grösse, die Anzahl nur auf 3 — 4 für jedes Hundert steigt. Bei blos optischen Doppelsternen wäre gar kein Grund dieses Unterschiedes aufzufinden, bei physischen erklärt er sich sehr leicht und natürlich.

Ferner ist der Unterschied des Glanzes bei den beiden ein Doppelsternpaar bildenden Sternen weit geringer, als nach Verhältniss der Verschiedenheit der Sterngrössen im Allgemeinen erwartet werden müsste, und dieser Unterschied ist desto geringer, je kleiner der scheinbare Abstand der beiden Sterne gefunden wird. Bei Zugrundelegung der von *Struve* angegebenen Grössen der Haupt- und Nebensterne, so wie ihrer Distanzen, finde ich nämlich, wenn 3 verschiedene Abtheilungen gemacht werden, welche, nach den Hauptsternen geordnet, in der ersten die Sterne bis 5,9 Helligkeit, in der zweiten die bis 8,2, in der dritten die unter 8,2 enthalten, folgende Resultate:

Klasse.....	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	Summa.
-------------	----	-----	------	-----	----	-----	------	-------	--------

a) Zahl der Sternenpaare.

Abtheilung A.	13	16	39	36	16	24	26	12	182
B.	64	193	303	355	205	137	333	227	1817
C.	12	107	188	195	140	71	131	82	926
	89	316	530	586	361	232	490	321	2925

b) Mittlere Helligkeit des Hauptsterns.

A.	4 ^m ,96	4,92	4,60	4,611	4,331	4,596	4,804	4,500	4 ^m ,654
B.	7,360	7,472	7,467	7,516	7,432	7,443	7,477	7,582	7,484
C.	8,530	8,568	8,628	8,667	8,691	8,573	8,618	8,584	8,602
Mittel	7,170	7,711	7,514	7,721	7,783	7,495	7,638	7,723	7,641

c) Mittlere Helligkeit des Nebensterns.

A.	6 ^m ,28	6,54	7,04	7,585	7,656	8,025	8,592	9,158	7 ^m ,567
B.	7,990	8,420	8,957	9,096	9,206	9,161	9,424	9,807	9,128
C.	8,860	9,421	9,403	9,597	9,726	9,720	9,678	9,711	9,552
Mittel	7,860	8,618	8,820	9,164	9,339	9,215	9,451	9,758	9,145

Klasse.....	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	Summa.
d) Mittlere Unterschiede des Haupt- und Nebensterns.									
Abtheilung A.	1 ^m ,32	1,53	2,44	2,874	3,325	3,429	3,788	4,658	2 ^m ,913
B.	0,630	0,948	1,490	1,580	1,774	1,718	1,947	2,225	1,644
C.	0,330	0,853	0,775	0,930	1,035	1,147	1,060	1,127	0,950
Mittel.	0,690	0,907	1,306	1,443	1,556	1,720	1,813	2,035	1,504

e) Mittlerer Unterschied des hellern und schwächeren Sterns bei optischen (zufälligen) Doppelsternen, nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmt.

A.	5 ^m ,258	5,296	5,609	5,599	5,863	5,707	5,409	5,703	5 ^m ,549
B.	2,942	2,841	2,845	2,797	2,876	2,867	2,837	2,736	2,825
C.	1,885	1,852	1,800	1,763	1,745	1,848	1,808	1,837	1,820
Mittel.	3,117	2,616	2,799	2,605	2,551	2,811	2,688	2,603	2,685

f) Abweichung des Resultats der Beobachtung von der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

A.	-3 ^m ,938	-3,766	-3,169	-2,725	-2,528	-2,278	-1,621	-1,045	-2 ^m ,636
B.	-2,612	-1,893	-1,355	-1,217	-1,102	-1,151	-0,890	-0,511	-1,181
C.	-1,555	-0,999	-1,025	-0,833	-0,710	-0,701	-0,748	-0,710	-0,870
Mittel.	-2,427	-1,707	-1,493	-1,162	-0,995	-1,091	-0,875	-0,568	-1,181

Die Zahlen der Tabelle e) sind nach den möglichst geringsten Annahmen über die Zahl der teleskopischen Sterne, und unter der Voraussetzung, dass die untere Grenze der *Struveschen* Katalogisirung die 11te für den Nebelstern sei, ermittelt worden. Die Zahlen derselben sind demnach eher zu klein als zu gross, und der Unterschied in f) jedenfalls ein reeller, der darauf hindeutet, dass die Wahrscheinlichkeit der physischen Natur der Doppelsterne in allen Klassen im Allgemeinen überwiegend ist, und zugleich, dass bei den Doppelsternen von geringen Distanzen die Unterschiede der Helligkeit gleichfalls geringer sind als bei denen von grösserem Abstände.

Wäre der geringere scheinbare Abstand ganz oder grösstentheils Folge der grösseren Entfernung von der Erde, so wäre die zuletzt erwähnte Verschiedenheit unerklärbar; es muss also angenommen werden, dass die Doppelsterne von geringern scheinbaren Distanzen der Mehrzahl nach einander auch wirklich näher stehen.

§. 14.

Zu eben demselben Schlusse ist *Struve* durch eine andre Betrachtung gelangt: er fand nämlich, dass nicht nur die meisten, sondern auch die raschesten Winkelbewegungen bei Sternen von geringen scheinbaren Distanzen vorkommen. Wären sie weiter als andre von uns entfernt, so sieht man leicht, dass das Gegentheil statthaben müsste. Die Eintheilung in Klassen nach der zunehmenden scheinbaren Distanz ist also keineswegs eine bloss äusserliche, für die Praxis des Beobachters angeordnete, sondern sie hat eine wesentliche Beziehung auf die Natur der Doppelsterne selbst.

Hierher gehört auch die Bemerkung, dass in den drei- und mehrfachen Systemen gewöhnlich die entfernten Begleiter die schwächern sind, während die nähern sich oft wenig oder gar nicht vom Hauptstern unterscheiden. So findet es sich z. B. bei den bekannten dreifachen Sternen ζ Cancri und ξ Librae.

In den uns bekannten Systemen der Sonne, des Jupiter und Saturn waltet das entgegengesetzte Princip, die entfernten Körper sind hier die bedeutendern. — Aber die Doppelsterne stehen auch in einem ganz andern gegenseitigen Verhältniss als die Planeten und Kometen eines Sonnensystems: es sind leuchtende Körper, die sich um andre leuchtende bewegen. Ueberhaupt dürfen wir nicht vergessen, dass aus der grösseren oder geringeren Helligkeit nur dann ein verhältnissmässig ebenso grosser Unterschied der Oberflächen gefolgert werden kann, wenn man die absolute Leuchtungsfähigkeit der beiden Sterne gleichsetzt, was besonders bei verschiedenen Farben sehr unwahrscheinlich ist. In Betreff dieser Farben sind hier noch einige Bemerkungen zu machen.

Mehrere haben die reelle Existenz einer Farbenverschiedenheit bei Fixsternen in Zweifel gezogen und sie auf Rechnung von Nebenumständen oder der subjectiven Auffassung gesetzt. Insbesondere hat man für die Fälle, wo der gelbe (oder rothe) Stern einen blauen oder grünen Begleiter hat, in den sogenannten Complementarfarben, wie *Goethe's* Farbenlehre sie darstellt, die Erklärung zu finden geglaubt. Es ist möglich, dass in einzelnen Fällen der Gegensatz dadurch scheinbar verstärkt wird, aber gewiss wird Niemand, der die Farben eines Doppelsterns wie γ Delphini oder α Herculis einmal recht ins Auge gefasst hat, der obigen Erklärung als einer allgemein genügenden beipflichten. Um sich völlig vom Gegentheile zu überzeugen, schlägt *Struve* vor, bei gefärbten Sternen von hinreichender Distanz den einen aus dem Felde des Fernrohrs zu bringen. Eine blosse Complementarfarbe des anderen Sterns müsste in diesem Falle verschwinden, was jedoch keineswegs geschieht. — Auch sind die Verbindungen selbst, wie man aus der obigen Zusammenstellung sieht, viel zu verschiedenartig, um eine solche Annahme allgemein zu gestatten.

Man sieht aus dem Bisherigen, dass alle gegenwärtigen Beobachtungen und Untersuchungen nichts weiter sind und sein

können, als die ersten Anfänge in einer gänzlich neuen Wissenschaft, die schüchternen Versuche auf einem noch unbetretenen Wege von unermesslicher Länge, der aber mit jedem gelungenen Schritte belohnender wird, und unserm forschenden Geiste fort und fort reichere, erhebendere Genüsse verspricht. Denn unmöglich ist es, dass die kommenden Zeiten mit den ihnen zu Gebote stehenden Hilfsmitteln nicht den grössten Fleiss und Eifer auf Erforschung dieses Gegenstandes verwenden sollten, der unsre bisherigen Bemühungen schon so überreich belohnt hat. Noch ist es zwar nicht möglich, den Gang der Forschungen für alle Folgezeiten vorzuzeichnen. Neue Gesichtspunkte werden sich eröffnen, neue Fragen aufgestellt, neue Hilfsmittel und Methoden der Beobachtung in Anwendung gesetzt werden müssen, von denen jetzt noch Niemand eine Ahnung haben kann; aber dies ist der Gang aller geistigen Thätigkeit des Menschen. Unsern Vorfahren war das Innere des Fixsternhimmels ein verschlossenes Buch. Wir haben es eröffnet, und das Verständniss einzelner Zeichen und Buchstaben hat so eben für uns begonnen; unsre Nachkommen werden es einst lesen. *)

§. 15.

Eine der wichtigsten Fragen, welche die fortgesetzten Beobachtungen der physischen Doppelsterne beantworten müssen, betrifft das Gesetz der Schwere. Seine Allgemeinheit für das Sonnensystem steht ausser allem Zweifel fest; der bedeutungsvolle Umstand, dass gar kein einfacheres Gesetz gedacht werden kann, bei welchem Bahnen fortbestehen, macht es höchst

*) Seit dem Jahre 1840, wo ich die erste Auflage dieses Werkes bearbeitete und Obiges niederschrieb, sind neue wichtige Arbeiten über die Doppelsterne vollendet oder der Vollendung nahe. Sie bestätigen alle im Vorstehenden aufgeführten Resultate; nur dass die Zahlenwerthe, wie natürlich, manche Veränderung und resp. Vermehrung erfahren. Sie werden nach ihren allgemeinen Resultaten weiterhin angeführt werden, wenn gleich der beschränkte Raum hier eine strenge Auswahl gebietet. Wegen des Détails und der nähern Nachweise verweise ich auf meine oben erwähnten „Untersuchungen über die Fixsternsysteme.“

wahrscheinlich, dass es auch für die Fixsternwelt gelte; allein die Wissenschaft, die sich mit keiner noch so grossen Wahrscheinlichkeit a priori begnügen kann, wo die Möglichkeit gegeben ist, einst Gewissheit zu erlangen, muss auch die Forderung stellen, dies Gesetz aus den Beobachtungen direkt zu beweisen. Die Bedingungen, die aus dem *Newtonschen* Gesetz abgeleitet werden können und durch die Beobachtungen bestätigt werden müssen, wenn das Gesetz seine Anwendung finden soll, sind nun folgende:

1) Die Bahn eines Gestirns muss ein Kegelschnitt sein, dessen Brennpunkt der Schwerpunkt der Bewegung ist.

2) Der Radius vector des umlaufenden Körpers muss in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume zurücklegen; woraus ferner folgt:

3) Das Quadrat des Radius vector, multiplicirt mit dem Differentialquotienten des Positionswinkels, muss ein constantes Produkt geben.

4) Eben so muss das Produkt der anziehenden Masse in den Cubus der Distanz des angezogenen Körpers, dividirt durch das Quadrat von dessen Umlaufszeit, eine Constante sein.

Die letztere Bedingung kann aus den Beobachtungen nur dann geprüft werden, wenn zwei oder mehrere Begleiter sich um einen Hauptstern bewegen. Sie bleiben, wie *Encke* gezeigt hat, sämmtlich gültig, wenn man einen der beiden Sterne (am natürlichsten den helleren) als ruhend betrachtet, und die Bewegung des Begleiters, statt auf den gemeinschaftlichen Schwerpunkt, auf diesen bezieht. — In einer projecirt gesehenen Bahn bleibt die erste Bedingung mit der Ausnahme gültig, dass der ruhende Stern nicht mehr im Brennpunkte des verkürzt gesehenen Kegelschnittes liegt; die zweite und dritte dagegen erleiden keine Modifikation, der Neigungswinkel der Bahnebene gegen unsre Gesichtslinie sei welcher er wolle; denn die optisch verkürzten Flächenräume sind in allen Theilen der Ebene den wahren proportional.

Kann man bei Berechnung einer Bahn nicht mehr Beobachtungen benutzen, als Elemente zu bestimmen sind, so kann auch aus den Resultaten nichts für die Richtigkeit des angewandten Gesetzes direkt gefolgert werden. Denn aus beliebig gewählten sieben Angaben (z. B. 4 Positionswinkeln und 3 zugehörigen Distanzen) wird man in den meisten Fällen einen ihnen entsprechenden Kegelschnitt ableiten können, obgleich, wenn das *Newtonsche* Gesetz in diesem Systeme nicht gültig wäre, diese Oerter gar wohl einer anderen Curve angehören könnten.

§. 16.

Sind aber noch mehrere Beobachtungen vorhanden, auf welche die aus jenen gefundenen Elemente angewandt werden können, oder hat man auf irgend welche Weise mehr Beobachtungen, als die Theorie erfordert, zur Bahnbestimmung benutzt, so giebt die Uebereinstimmung der einzelnen Daten mit den aus den Elementen berechneten Oertern, innerhalb der Grenzen, welche als wahrscheinliche Beobachtungsfehler angesehen werden können, einen direkten Beweis für die Richtigkeit des angewandten Gesetzes ab. Allerdings aber werden diese Fehlergrenzen, in Beziehung auf die Kleinheit der beobachteten Grössen, in den meisten Fällen einen so grossen Spielraum einschliessen, dass auch bei einer in Absicht auf die Beobachtungen selbst genügenden Uebereinstimmung doch der Grad der erlangten Gewissheit bei weitem hinter demjenigen zurück bleibt, der in andern astronomischen Aufgaben erlangt werden kann und welcher wünschenswerth sein muss, wo es sich um Bestätigung eines Naturgesetzes handelt. Ueberhaupt aber werden für jetzt nur eine sehr beschränkte Anzahl von Bahnen vollständig, und selbst diese nur als Näherungen, berechnet werden können.

Die zweite und dritte der obigen Bedingungen wird man auch an solchen Sternenpaaren prüfen können, wo die Stücke der Curve, welche beobachtet sind, noch nicht hinreichen, sich

über ein System von Elementen für die Bahn zu entscheiden. Kann man für drei weder zu weit entlegene, noch auch zu nahe Epochen, die Positionswinkel und Distanzen aus den Beobachtungen ableiten, oder besser noch für zwei Epochen die Distanzen nebst den Positionen und ihren Differentialquotienten, so können auch diese beiden Bedingungen (die 2te *Keplersche* Regel) daran geprüft werden.

Im erstern Falle können wir annehmen, dass die Dreiecke zwischen den auf einander folgenden Oertern sich wie die elliptischen Sektoren verhalten, da die überschliessenden Segmente, wenn die Winkel am Hauptsterne nahe gleich und nicht zu gross sind, diesen Dreiecken nahe proportional und überdies nur von geringem Belange sein werden. Seien sodann die beobachteten Winkel p, p', p'' , die zugehörigen Zeiten t, t', t'' und die Distanzen r, r', r'' , so hat man die beiden Dreiecke:

$$\frac{rr' \sin (p' - p)}{2} \quad \text{und} \quad \frac{r' r'' \sin (p'' - p')}{2}$$

und es muss also, wenn man von den elliptischen Segmenten einstweilen absieht, die Proportion stattfinden:

$$r \sin (p' - p) : r'' \sin (p'' - p') = (t' - t) : (t'' - t').$$

Am besten scheint es, wenn die beiden Winkel nicht weit von 30° entfernt sind. — Die Erfüllung dieser Bedingung in einer überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Systeme würde die obige Frage bejahen; einzelne übriggebliebene Abweichungen würden aber nicht nothwendig auf Ausnahmen vom Gesetze der Schwere führen, sondern müssten einer fortgesetzten Untersuchung unterworfen werden, denn theils zufällige Beobachtungsfehler, theils die Vernachlässigung der noch unbekannten Segmente können Ursache sein, dass die Bedingung nicht erfüllt wird.

Sicherer noch scheint die zweite Methode; denn bei der Beschaffenheit des gegenwärtig vorhandenen und auch in der nächsten Zukunft zu erwartenden Materials dürfte es leichter sein, für zwei Epochen die Positionswinkel mit ihren Differentialen, als für drei derselben, die Winkel allein mit gehöriger

Sicherheit abzuleiten. Sind demnach für zwei Epochen die Grössen p , $\frac{dp}{dt}$ und r bekannt, so muss die Gleichung

$$\frac{dp}{dt} r^2 = \frac{dp'}{dt} r'^2$$

durch die Beobachtungen erfüllt werden. *) Zur noch grösseren

Versicherung kann man auch noch den Ausdruck $\frac{rr' \sin(p' - p)}{t' - t}$

berechnen, der jedenfalls $< \frac{dp}{dt} \cdot r^2$ sein muss, da er nur durch Hinzufügung des elliptischen Segmentes dem letzteren gleich werden könnte.

Die sicherste Prüfung wird erhalten werden, wenn man dahin gelangt ist, eine Bahn vollständig aus den Positionswinkeln allein abzuleiten, aus den so erhaltenen Elementen die relativen Distanzen zu berechnen und diese mit den (bis dahin unbenutzten) beobachteten Distanzen zu vergleichen. Sind diese innerhalb der wahrscheinlichen Fehlergrenzen den berechneten proportional, und haben zugleich die Positionswinkel einzeln der berechneten Bahn entsprochen, so muss angenommen werden, dass das gewählte Gesetz das richtige sei.

Unter den mehrfachen Systemen, durch welche man allein im Stande wäre, die vierte der obigen Bedingungen zu prüfen, finden sich nur zwei dreifache, ζ Cancrī und ξ Librae, in denen eine Umlaufsbewegung beider Begleiter um den Hauptstern mit Gewissheit erkannt ist. In beiden Systemen ist zu erwarten, dass man nach etwa 20—30 Jahren die Elemente der Bewegung des näheren Begleiters mit ziemlicher Sicherheit werde ableiten

*) Da man aus 2 oder 3 Beobachtungen dp nicht mit gehöriger Sicherheit finden dürfte, bei einer grösseren Anzahl aber des grösseren Zeitraumes wegen besorgen müsste, dass auch noch die höhern Differenzen von merklichem Einflusse seien, so wird es gut sein, durch ein System von Bedingungsgleichungen gleichzeitig $\frac{d^2p}{dt^2}$ und auch wohl noch $\frac{d^3p}{dt^3}$ abzuleiten, weniger um des unmittelbaren Gebrauchs willen, als um die erstern Differenzen desto sicherer zu erhalten.

können (für ζ Cancri kann die Umlaufszeit schon jetzt auf etwa 60 Jahre bestimmt werden). Allein die entfernten zeigen (wie nach den *Keplerschen* Gesetzen erwartet werden muss) viel langsamere Bewegungen, denn von *Herschel* bis *Struve* hat sich der zweite Begleiter bei ζ Cancri nur 32° , bei ξ Librae nur 14° fortbewegt; entsprechen diese Winkel einigermaassen ihrer mittleren Bewegung, so erhält man Umlaufszeiten von circa 660 und 1400 Jahren, und es ist daher im gegenwärtigen und dem folgenden Jahrhundert keine Aussicht, auf diesem Wege zu einer Bestätigung des Gesetzes zu gelangen, was wahrscheinlich viel früher durch die oben angegebenen Verfahrensarten gelingen wird.

Ueberdies werden die vielfachen Systeme (deren sich gewiss noch weit mehrere am Himmel finden werden, wenn man einst zu einer besseren Kenntniss der Bewegungen gelangt ist, so dass nicht die momentane scheinbare Distanz, sondern der physische Nexus selbst das Kriterium für die Benennung Doppel- und mehrfacher Sterne geben wird), vorausgesetzt dass das Gesetz der Schwere sich allgemein bestätigt, noch von einer ganz anderen Seite her für die Theorie der Bewegungen wichtig werden. In unserm Sonnensystem sind überall, wo mehrere Körper um einen mittleren kreisen, diese Centralmassen so sehr überwiegend, dass man im Stande ist, für jeden sekundären Körper die elliptischen Elemente einfach so abzuleiten, als wäre er selbst und der centrale allein vorhanden, und die Wirkung der übrigen als Correktionsgrössen (Störungen) zu behandeln. Denn gehören diese mitwirkenden Körper zu demselben Systeme, so sind sie gegen die Centralmasse gehalten sehr klein; liegen sie ausserhalb desselben, so ist ihre Entfernung jederzeit so beträchtlich, dass sie selbst bei bedeutender Masse doch nur eine sehr untergeordnete Wirkung ausüben. Aus diesem Grunde hat sich bis jetzt in unserm Sonnensystem noch keine Veranlassung dargeboten, die Auflösung des sogenannten Problems der drei Körper in ihrer höchsten Allgemeinheit zu versuchen,

vielmehr erscheinen die Bearbeitungen desselben, welche wir besitzen, sämmtlich als blosse Perturbationstheorieen. — Treten hingegen Bedingungen ein, wie man sie bei den mehrfachen Sternen zu erwarten hat, wo die umkreisenden Massen von denen, die als centrale angenommen werden, nur wenig verschieden sind, so wird auch diese Form der Behandlung nicht mehr ausreichen, und das, was bisher als Störung angebracht werden konnte, ebenfalls zur Hauptgrösse werden. Selbst die Beziehung auf den gemeinschaftlichen Schwerpunkt wird die Schwierigkeit zwar vermindern, aber nicht aufheben; abgesehen davon, dass die Beobachtungen selbst diesen Schwerpunkt nicht geben, und auch nicht eher direkt darauf bezogen werden können, bis die Verhältnisse der Massen bekannt sind, wozu wir wiederum nichts als eben diese Beobachtungen haben. Man sieht leicht, dass auch der rein theoretischen Astronomie von dieser Seite her noch höchst wichtige Erweiterungen bevorstehen, ganz abgesehen von den Aufschlüssen, welche für die Physik des Himmels aus der Beobachtung der Doppelsterne zu erwarten sind.

§. 17.

Wenn es gelungen ist, die wahre und dem Attraktionsgesetze entsprechende Bahn eines Begleiters zu finden, so kann man aus der Umlaufszeit und der (in Bogensekunden angegebenen) halben grossen Axe ein Produkt finden, in welchem die Parallaxe und die Cubikwurzel der Masse die Faktoren bilden. Denn es sei t diese Umlaufszeit (Einheit das siderische Jahr), a die halbe grosse Axe in Sekunden, m die Masse (Einheit die Sonnenmasse), r die mittlere Entfernung der beiden Sterne von einander, in Erdabständen ausgedrückt, und π die Parallaxe, so ist nach den *Keplerschen* Gesetzen:

$$r^3 = m \cdot t^2$$

Da nun aber, wie aus der Erklärung der Parallaxe hervorgeht,

$$r = \frac{a}{\pi}$$

so erhält man durch Substitution

$$\frac{a^3}{\pi^3} = m \cdot t$$

und hieraus

$$\pi \sqrt[3]{m} = \frac{a}{\sqrt[3]{t^2}}$$

Aus den näherungsweise berechneten Bahnen erhält man auf diese Weise:

für ξ Ursae majoris: $a = 2,295$; $t = 61,30$; $\pi M^{\frac{1}{3}} = 0,1476$

α Geminorum	5,692	519,77	0,0880
(3062 <i>Struve</i>)	0,998	146,83	0,0346
σ Coronae	3,900	478,04	0,0638
η Coronae	0,902	42,50	0,0741
ζ Cancr. I.	0,892	58,27	0,0594
ω Leonis	0,850	117,58	0,0354
XV. 74 (<i>Piazzi</i>)	1,320	146,65	0,0475
τ Ophiuchi	0,818	87,04	0,0416
ξ Librae I.	1,289	105,52	0,0577
1037. (<i>Struve</i>) I.	0,182	15,00	0,0298
λ Ophiuchi	0,842	89,01	0,0422
ζ Herculis	1,208	30,22	0,1245
p Ophiuchi	4,316	80,61	0,2311
γ Virginis	3,353	157,56	0,1149

Nimmt man also $m = 1$, so sind diese Grössen die Parallaxen selbst; ist $m < 1$, so sind die Parallaxen grösser, im entgegengesetzten Falle kleiner. Um Parallaxen von 1 Sekunde herauszubringen, müssten die Massen bei allen angeführten Sternen beträchtlich verkleinert werden: bei ξ Ursae auf 0,003215; bei ω Leonis auf 0,000044 der Sonnenmasse. Obgleich also in dem obigen Ausdrucke die Unbekannten π und m nicht von einander befreit werden können, so wird doch, wenn man für eine grössere Anzahl von Doppelsternen diese Produkte gefunden hat, ein beiläufiger Schluss auf die durchschnittliche Grösse der Parallaxe

bei den uns nähern Doppelsternpaaren gestattet sein, um so mehr als m beträchtlich wachsen oder abnehmen muss, damit π nur um etwas abnehme oder wachse. Ein tausendmal grösseres m würde erst ein zehnmal kleineres π bedingen und umgekehrt, wogegen andererseits die Unsicherheit der Masse immer noch sehr gross bleiben wird, selbst wenn π auf andrem Wege beiläufig gefunden wäre.

Nun sind aber die Doppelsterne wahrscheinlich der Mehrzahl nach der Masse nach grösser als unsre Sonne, wenn man nach der Analogie unsers Planetensystems, wo nur die grössern Planeten mondenbegleitet erscheinen, schliessen soll; obwohl im Einzelnen auch kleinere Massen bei Doppelsternen vorkommen können und z. B. bei 61 Cygni, α Centauri und dem Polarstern wirklich vorkommen.

Auch ist andererseits nicht zu erwarten, dass uns die Zukunft bei andern Doppelsternen merklich grössere Werthe für π^3/m finden lassen werde. Denn da der Hauptgrund, weshalb wir noch so wenige Bahnen und selbst diese noch so unvollkommen kennen, eben in der geringen Flächengeschwindigkeit zu suchen ist, so werden die meisten der künftig zu erforschenden Bahnen geringere als die obigen Werthe angeben.

Merkwürdig ist es jedenfalls, dass die obigen Werthe, wenn man $m = 1$ setzt, mit denen, welche, wie oben erwähnt, *Bessel*, *Struve*, *Rümker* u. a. für einige Fixsterne ermittelt haben, so nahe zusammentreffen, und dass wir sonach hoffen dürfen, für diese kleinen, den Bemühungen der Astronomen so lange spottenden Fixsternparallaxen Zahlen gefunden zu haben, die nicht mehr so durchaus hypothetisch erscheinen, wie die bisherigen Annahmen, und welche die Folgezeit zwar allerdings erheblich zu verbessern, aber wohl nicht abermals gänzlich zu verwerfen Veranlassung finden dürfte.

§. 18.

Die obige Bemerkung, dass wir auch bei bekannter Parallaxe

des Doppelsterns doch nur die Summe zweier (oder mehrerer) Massen erhalten, könnte unerheblich scheinen, wenn man das Massenverhältniss zwischen Körpern auf einander folgender Ordnungen, wie es in unsern Planeten- und Mondsystemen vorkommt, auf jene Systeme übertragen wollte. Da nämlich alsdann der Hauptstern seinen Nebestern mindestens tausendmal übertreffen müsste, und die Grösse $\sqrt[3]{m}$ (und folglich um so mehr m selbst) aus dem Produkt $\pi \sqrt[3]{m}$ gewiss nicht mit einer auf $\frac{1}{1000}$ gehenden Genauigkeit jemals wird erhalten werden können, wegen der unvermeidlichen Unsicherheit von π und α , so liefe die Unterscheidung der grösseren Masse von der Summe beider Massen in der Praxis auf ein Nichts hinaus. Dies scheint indess nicht so unbedingt zugegeben werden zu können. Die oben angegebenen Helligkeitsverhältnisse (§. 13.) können nämlich auch angewandt werden, uns eine allgemeine Vorstellung über das bei Doppelsternen vorkommende Massenverhältniss zu bilden. Nach *Struve's* Untersuchungen stehen nämlich die Sterne 7. Grösse durchschnittlich in der Entfernung 11,34 von unsrer Erde, wenn die mittlere Entfernung eines Sternes erster Grösse = 1 gesetzt wird. Daraus aber würde folgen, dass ein Stern 7. Grösse, der mit einem Sterne der ersten in gleichem Abstände von der Erde sich befände, einen 11,34mal kleineren Durchmesser als der letztere hätte, wenn wir die Leuchtungsfähigkeit der Oberflächen beider Sterne gleichsetzen, und eine $(11,34)^3$ mal kleinere Masse, wenn wir noch ausserdem die Hypothese einer gleichen Dichtigkeit für beide Sterne gelten lassen. Lässt man nun die scheinbaren Durchmesser der Sterne auf einander folgender um 1 verschiedener Grössen nach einer geometrischen Reihe abnehmen, und nimmt für die schwächern Sterne bis zur 10. Grösse denselben Exponenten des Verhältnisses an, so folgt, dass ein um 1^m hellerer Stern eine 3,367mal grössere Masse habe als der schwächere Stern gleicher Distanz, oder dass die Masse des Hauptsterns $3,367^n$ ist, wenn die Masse des um n

schwächeren Begleiters = 1 gesetzt wird. Unter diesen Voraussetzungen finden sich nach den vorstehend angegebenen Helligkeitsverhältnissen die folgenden mittlern Werthe für die

Masse des Hauptsterns, wenn die Masse des Begleiters = 1 gesetzt wird.

	Cl. I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	Mittel.
A.	4,616	6,409	19,349	32,772	56,666	64,294	99,419	285,917	34,361
B.	2,149	3,162	4,208	4,590	8,619	8,052	10,634	14,903	7,360
C.	1,493	2,830	2,563	3,093	3,514	4,026	3,622	3,929	3,169
Mittel	2,311	3,008	4,883	5,767	6,614	8,071	9,037	11,832	4,266.

Also nur das Verhältniss von Erde und Mond gestattet noch eine Vergleichung mit den höhern Klassen der Binärsysteme von hellern Hauptsternen; in allen übrigen uns bekannten Systemen sind selbst die grössten der sekundären Massen im Verhältniss zu ihrem Centrankörper ungleich kleiner als die Begleiter der Doppelsterne, und nicht selten mögen bei diesen die Fälle sein, wo die Massen beider Sterne nahezu dieselben sind, da nach *Struve's* Beobachtungen, besonders in den ersten Klassen, sehr häufig Sternpaare vorkommen, in denen sowohl Glanz als Farbe völlig gleich erscheinen. Die Schwerpunkte der fünf Systeme, die zum Gebiet unsrer Sonne gehören, liegen sämtlich innerhalb ihrer Hauptkörper, ein Fall, der sich wohl selten bei Doppelsternen zeigen mag.

Bei einigen wenigen zeigen sich indess stärkere Unterschiede des Lichtglanzes, und die oben angewandte Hypothese führt bei ihnen auf Massenverhältnisse, die von den oben angegebenen mittlern sehr verschieden sind. Ich habe aus jeder der 8 Klassen diejenigen 3 ausgewählt, worin die stärksten Differenzen vorkommen, und finde (vorausgesetzt, dass sie sämtlich physische Doppelsterne sind), wenn die Masse des Begleiters = 1 gesetzt wird:

Cl. I.	λ Ophiuchi	4, ^m 0	6, ^m 1	Masse des Hauptsterns =	12,8
	γ Coronae	4,0	7,0	" "	38,1
	ζ Herculis	3,0	6,5	" "	70,1

Cl. II.	1380 Anonyma	7,6	10,7	Masse des Hauptsterns =	43,1
	1400 Anonyma	7,3	10,5	„ „ „	48,7
	δ Cygni	3,0	7,9	„ „ „	383,6
Cl. III.	φ Virginis	5,2	9,7	„ „ „	236
	5 Cancri	6,2	10,7	„ „ „	236
	2 Camelopardali	4,7	9,0	„ „ „	185
Cl. IV.	52 Cygni	4,0	9,2	„ „ „	552
	φ Piscium	4,7	10,1	„ „ „	704
	ν Ursaemajoris	3,7	10,1	„ „ „	2370
Cl. V.	α Pegasi	3,9	10,8	„ „ „	4350
	β Orionis	1,0	8,0	„ „ „	4912
	λ Geminorum	3,2	10,3	„ „ „	5546
Cl. VI.	ι Leporis	4,2	10,5	„ „ „	2099
	Anonyma	2,7	9,3	„ „ „	3022
	ζ Persei	4,7	11,3	„ „ „	3022
Cl. VII.	129 Pegasi	5,8	11,8	„ „ „	1458
	42 Herculis	4,0	10,7	„ „ „	3412
	α Ursaeminoris	2,0	9,0	„ „ „	4912
Cl. VIII.	δ Equulei	4,1	10,2	„ „ „	1647
	β Serpentis	3,0	9,2	„ „ „	1859
	7 Camelopardali	4,2	11,3	„ „ „	5546

Wäre β Delphini (3,0; 11,0), dessen Distanz = 32",477, ein physischer Doppelstern, so überträfe der Hauptstern seinen Begleiter 16540 mal, ja man würde Sterne von 100000 mal grössern Massen finden, wenn man selbst nur die nächst höhere Klasse (32" bis 48" Distanz) nach diesem Princip untersuchen wollte. Es würde indess vergebliche Arbeit sein, in dieser Betrachtung weiter zu gehen, bevor die physische Natur dieser Systeme, einzeln genommen, unzweifelhaft festgestellt ist. Das Vorstehende genügt vollkommen, das hier stattfindende Gesetz der Massenverhältnisse in seinen allgemeinsten Beziehungen darzustellen.

§. 19.

Zugleich mögen diese Betrachtungen dazu dienen, uns eine

Idee von den Durchmessern dieser Körper, wie sie nach ihrer wahren Grösse und Entfernung erscheinen müssten, zu geben. Der Halbmesser der Sonne ist in mittlerer Entfernung $= 16' 0'',8$; nimmt man die Dichtigkeit der Fixsterne gleich der Dichtigkeit der Sonne, so wird man, jene Durchmesser $= d$ gesetzt, für einen einfachen Stern die Gleichung erhalten:

$$d = 2 \pi \sqrt[3]{m} \cdot \sin 16' 0'',8 = 0,0093162 \pi \sqrt[3]{m}.$$

Dieser Werth ist aber noch etwas zu gross, wenn man ihn auf den Hauptstern allein beziehen will, da m die Summe der Massen des ganzen Systems ist. Man sieht, dass keiner der vorstehend angeführten Sterne einen grösseren Durchmesser als $\frac{1}{500}$ Sekunde haben kann, wenn die Annahme für die Dichtigkeit richtig ist. Setze man aber auch diese Dichtigkeit weit geringer, und z. B. auf den tausendsten Theil herab (etwa die Dichtigkeit unsrer Atmosphäre), so werden die Durchmesser doch höchstens auf $\frac{1}{50}$ Sekunde steigen; und es scheint demnach, als müsse die Hoffnung, Fixsterndurchmesser einer direkten Messung zu unterwerfen, gänzlich und für immer aufgegeben werden. Um sich Grössen von $\frac{1}{500}$ Sekunden einigermaassen zu versinnlichen, denke man sich eine Kugel von 12 Fuss Durchmesser auf der Oberfläche des Mondes, oder ein Sandkorn in 3 Meilen Entfernung. Mit einem Fernrohr, welches diese Dinge möglich machte, würde man auch einen Versuch wagen können, die Seleniten zu beobachten.

Mit dieser ungemeinen Kleinheit der Durchmesser harmonirt nun auch das plötzliche Verschwinden der Fixsterne bei Bedeckungen durch den Mond oder Planeten. Denn bei $\frac{1}{500}''$ Durchm. braucht der Mond nur $\frac{1}{250}$ Zeitsekunde, die Planeten (höchst seltne Fälle ausgenommen) ebenfalls nur kleine Brüche von Sekunden, um den Stern zu bedecken, d. h. um von einem Rande desselben bis zum anderen zu rücken; ist nun die strahlenbrechende Atmosphäre des bedeckenden Körpers, entweder absolut oder wenigstens in Bezug auf die Entfernung desselben, unmerklich, so muss der Stern in einem Moment zu verschwinden

scheinen, wie es auch fast immer wahrgenommen worden ist. — So vereint sich das scheinbar Widersprechendste und Unauflöslichste, wenn es gelungen ist, von irgend einer Seite wenigstens, eine sichere Annäherung zur Wahrheit zu erhalten.

Die Fortschritte unsrer Kenntniss der Fixsterne in physischer Beziehung werden demnach auf andern Grundlagen beruhen müssen, und nicht auf gleiche Weise wie bei den Körpern unsers Sonnensystems erlangt werden können. Bei ihrer grossen Menge, und wahrscheinlich nicht geringerer Mannichfaltigkeit der physischen Verhältnisse, wird es immer äusserst schwer sein, von den isolirten Wahrnehmungen über Farbe, veränderlichen Glanz u. dgl. genügende Erklärungen zu geben.

§. 20.

Die Bahnberechnung nach den *Keplerschen* Gesetzen kann versucht werden, sobald der Begleiter ein hinreichend grosses Stück der scheinbaren Curve zurückgelegt hat, und ausser für Anfang und Ende dieses Bogenstücks noch für mindestens zwei Punkte in demselben die Position und Distanz beobachtet sind. Für vier Zeitpunkte t hat man also die entsprechenden 4 Positionen p und 4 Distanzen d . Wollte man aber kein bestimmtes Gesetz der Attraktion im Voraus zum Grunde legen, so würde eine grössere Anzahl von Positionen und zugehörigen Distanzen erforderlich sein, aus denen man zuerst unabhängig von der Zeit die scheinbare Form der Bahn (die alsdann nicht nothwendig ein Kegelschnitt wäre) bestimmen, und hieraus den Versuch machen müsste, die bei diesem Doppelstern stattfindenden Bewegungsgesetze abzuleiten. Letzteres ist noch nicht versucht worden, da noch beinahe kein einziger Doppelstern genügendes Material zu einem solchen Verfahren darbietet und es überdies allen Anschein hat, dass das *Keplersche* Gesetz sich auch für diese Systeme bewähren werde.

Für das erstere Verfahren hat *Savary* in der *Conn.* des *Temps* für 1822 eine Vorschrift angegeben und zugleich gezeigt,

wie man aus dieser scheinbaren Ellipse die wahre, und folglich die Elemente der Bahn erhalten könne. Bei Doppelsternen besteht der Unterschied der scheinbaren und wahren Ellipse nur in der Projection, da unser Visionsradius unter allen möglichen Winkeln die Ebene der Bahn treffen kann, und nur wenn dieser Winkel $= 90^\circ$ ist, die scheinbare Bahn mit der wahren zusammenfallen wird. Bei einer elliptischen oder kreisförmigen Bewegung ist die projecirte Bahn gleichfalls eine Ellipse, nur dass die Projection des Brennpunkts der wahren nicht in den Brennpunkt der scheinbaren fällt, und dass das Verhältniss der grossen zur kleinen Axe ein andres wird. Dagegen werden die in der scheinbaren Ellipse von den projecirten Radien-Vectoren abgeschnittenen Flächenräume dasselbe Verhältniss zu einander haben, wie in der wahren Bahn, folglich den Zeiten proportional sein, wenn diese letztern es sind. Diese Bedingung hat *Savary* bei seiner Auflösung benutzt und zugleich an dem Doppelstern ξ Ursae majoris ein Beispiel der Anwendung gegeben.

Dieselbe Aufgabe behandelte *Encke* nach gleichen Grundsätzen, aber auf einem anderen Wege (Berl. Astron. Jahrbuch für 1832). Die anzuwendenden Formeln sind bei *Encke* etwas bequemer für den Berechner als bei *Savary*, und die Versuche auf ein schärferes Princip zurückgeführt; auch ist die Anwendung derjenigen Relationen, welche, obgleich vollkommen analytisch begründet, doch in der praktischen Astronomie ungebrauchlich sind, vermieden. Man findet nach *Encke's* Methode durch eine Reihe von Versuchen die Form und Grösse der scheinbaren Bahn nebst der Umlaufszeit, und hieraus durch ein sehr einfaches Verfahren die wahre Ellipse, folglich die Elemente. *Encke* erläuterte seine Methode durch eine Anwendung auf den Doppelstern p Ophiuchi.

Endlich trat im J. 1834 *John Herschel* (On the Orbits of revolving double Stars. London) mit seiner graphischen Methode der Bahnbestimmung auf. Sein sinnreiches Verfahren hat allerdings in einzelnen Fällen zu einem genäherten Resultate ge-

führt, und da auch die schärfste Rechnung gegenwärtig nicht weiter als bis zu einer ziemlich rohen Näherung führen kann, so ist ihr auch ein praktischer Werth keineswegs abzusprechen; auch die grössere Leichtigkeit der Anwendung für solche, die sich nicht sehr grosse Uebung im astronomischen Rechnen erworben haben, kann überdies nicht geleugnet werden. Gleichwohl ist sie in mehrfacher Beziehung ungenügend, und das erlangte Resultat nie frei von Willkürlichkeiten, die der Calcul zu vermeiden im Stande ist. Bei consequenter Anwendung des letztern wird man jederzeit dasjenige System von Elementen erhalten können, welches nach den vorhandenen Beobachtungen wahrscheinlicher als jedes andre ist und die kleinstmöglichen Fehler übrig lässt: man wird den Grad der Sicherheit eines jeden einzelnen Elements richtig zu beurtheilen im Stande sein und sich also von den Fortschritten der erlangten Kenntnisse stets genaue Rechenschaft geben können. Dahin aber kann eine blos graphisch construirende Methode niemals führen. Selbst wenn es der Zufall fügen, dass man durch dieselbe das wahrscheinlichste Resultat erhielte, so würde man doch kein Mittel haben, den wahren Werth des erlangten Besitzes kennen zu lernen.

§. 21.

Die genaue und vollständige Theorie der erwähnten Berechnungsmethode muss an den angeführten Orten nachgesehen werden. Hier nur Folgendes zu einem allgemeinen Ueberblick der *Enckeschen* Methode.

Die 4 Oerter, deren Position und Distanz durch die Beobachtungen gegeben sind, bilden, durch grade Linien unter sich und mit dem Ort des ruhenden Sterns verbunden, ein System ebener Dreiecke. Bezeichnet man den ruhenden Stern mit 0, und die Orte mit 1, 2, 3, 4, so gehören die Dreiecke (012), (023), (034) den Flächenräumen an, welche (in der projecirten Bahn) in den 3 Zwischenzeiten zurückgelegt worden sind. Diese Dreiecke sind nun durch Hinzufügung von elliptischen

Segmenten zu Sektoren zu ergänzen, und der Voraussetzung nach müssen diese Sektoren den Zwischenzeiten proportional sein, und zugleich die Segmente zwischen den 4 Oertern derselben Ellipse angehören. Die Gleichungen, welche diese Bedingungen ausdrücken, sind aber transcendent, müssen folglich durch Versuche aufgelöst werden, zu deren Erleichterung bequeme Tafeln von *Encke* berechnet sind.

Da nun 7 Elemente zu bestimmen sind, die 4 Oerter hingegen 8 Bestimmungen enthalten, so werden in den meisten Fällen diese Versuche nicht sowohl direkt zum Ziele, als zu der Ueberzeugung führen, dass (in Folge der Beobachtungsfehler) nicht sämtliche 8 Angaben durch eine und dieselbe, den obigen Bedingungen entsprechende Ellipse dargestellt werden können. Man wird also entweder eins der Beobachtungsdata, oder eine der Zwischenzeiten ändern, und im ersten Falle die Rechnung fast ganz wiederholen müssen, und dies so lange fortsetzen, bis die Bedingungsgleichungen erfüllt sind.

Selten wird man in Ungewissheit sein, welches der 8 Daten man zu ändern habe, denn fast immer werden die spätern Beobachtungen einen höheren Grad von Genauigkeit besitzen, und eben so sind bis jetzt im Allgemeinen die Positionswinkel zuverlässiger, als die Distanzen. Man ändert also die Distanz des ersten Ortes, und bleibt für alles Uebrige bei den ursprünglichen Werthen stehen.

Bei der Wahl derjenigen Werthe, mit denen man die Versuche beginnt, kann eine, wenngleich rohe, Zeichnung gute Dienste leisten; überhaupt wird eine solche jedenfalls anzurathen sein, um die geometrische Bedeutung der angewandten Grössen vor Augen zu haben und vor Verwechselungen, z. B. der analytischen Zeichen, mehr gesichert zu sein.

Sobald es gelungen ist, den Bedingungen der Aufgabe durch die Beobachtungen genug zu thun, ist das weitere Verfahren sehr leicht, da man nicht, wie bei den Planeten- und Kometenbahnen, eine Veränderung des Beobachtungsortes zu be-

rücksichtigen hat. Man findet zuerst die scheinbare Ellipse, und aus dieser die wahre durch Anwendung der Bedingung, dass beider Mittelpunkte zusammenfallen und der Ort des ruhenden Sterns in der scheinbaren die Projektion des Brennpunktes der wahren sei — ein Problem der analytischen Geometrie.

Alsdann bleibt nur noch die Epoche des Durchgangs durch das Perihel zu bestimmen übrig, was aus jedem der 4 Oerter einzeln gefunden werden kann, und wo die Uebereinstimmung sämmtlicher 4 Werthe die letzte und sicherste Controlle der Rechnung gewährt.

§. 22.

Die Elemente selbst sind dieselben, die bei den Planetenbahnen vorkommen, nur mit dem Unterschiede, dass die Umlaufszeit und die halbe grosse Axe hier zwei verschiedene und unabhängige Elemente bilden, und dass der Knoten und die Neigung, so wie sie aus den Beobachtungen gefunden werden, sich nicht auf die Ekliptik, sondern auf diejenige Ebene beziehen, welche die Himmelskugel in dem Punkte, den der Doppelstern einnimmt, tangirt. Auch liegt in der Bestimmung des Knotens eine (bei Doppelsternen unvermeidliche) Zweideutigkeit. Denn da die Beobachtung kein Mittel besitzt, zu erforschen, in welchem Theile der Bahn der Nebelstern uns näher, und in welchem er entfernter steht als der Hauptstern, so kann der gefundene Knoten sowohl der auf- als niedersteigende sein, und man findet also eigentlich zwei Ebenen, die in Bezug auf jene, das Himmelsgewölbe tangirende Normalebene die gleiche Knotenlinie haben, einander symmetrisch entgegengesetzt sind, und in deren einer der Begleiter sich um seinen Hauptstern bewegt.

Die Berechnung der Oerter aus den Elementen, zur Vergleichung der Beobachtungen so wie zur Aufstellung einer Ephemeride, geschieht nach sehr einfachen und leichten Formeln. Sei nämlich

a die halbe grosse Axe,
 $\sin \varphi = e$ die Excentricität, in Theilen von a ausgedrückt,
 Ω der Knoten,

i die Neigung,

λ der Abstand des Perihels vom Knoten, in der Bahn gezählt,

T die Durchgangszeit durch das Perihel,

m die mittlere jährliche Winkelbewegung, so dass

$\frac{360^\circ}{m}$ die Umlaufszeit ist;

und man sucht für die Zeit t den Positionswinkel p und die scheinbare Distanz r , so hat man nach *Kepler's* Regel, wenn u die excentrische und v die wahre Anomalie bezeichnet:

$$u - e \sin u = m (t - T)$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = \operatorname{tg} \frac{1}{2} u \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

$$\operatorname{tg} (p - \oslash) \operatorname{tg} (v + \lambda) \cdot \cos i$$

$$r = a (1 - e \cos u) \frac{\cos (v + \lambda)}{\cos (p - \oslash)}.$$

Die beiden ersten Gleichungen sind mit denen, die bei Planetenrechnungen etc. gebraucht werden, völlig identisch. Durch die dritte findet man den Positionswinkel, und durch diesen aus der 4ten die Distanz. Die Unterschiede dieser berechneten Positionswinkel und Distanzen von den beobachteten (falls mehrere vorhanden sind als die Bahnbestimmung absolut erfordert) gewährt sodann ein vorläufiges allgemeines Urtheil über den Grad der erreichten Näherung. Um ein solches mit grösserer Bestimmtheit, und für jedes einzelne Element besonders, fällen zu können, muss man die gefundenen Näherungswerthe benutzen, um nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichsten Werthe und ihre resp. Gewichte, und dadurch endlich auch die mittlere Unsicherheit der einzelnen Elemente zu erhalten. Hierzu habe ich in Nr. 361. der astronomischen Nachrichten ein Verfahren angegeben und durch eine Anwendung auf den Doppelstern γ Virginis erläutert.

Den Positionswinkel zählt man gewöhnlich so, dass er = Null ist, wenn der Nebenster genau nördlich vom Haupt-

stern, und 90^0 , wenn er östlich von demselben steht. Bewegt sich der Nebestern so, dass die Zahlen für den Positionswinkel steigen, so heisst die Bewegung direkt (+), wenn sie aber abnehmen, retrograd (—). Um genaue Vergleichen zu machen, muss man den Positionswinkel auf ein festes Aequinoctium beziehen.

Beschreibung merkwürdiger Doppelsterne.

§. 23.

Aus der grossen Zahl bereits bekannter und untersuchter Doppelsterne hebe ich hier eine Anzahl solcher hervor, die entweder durch bequeme Sichtbarkeit oder durch irgend eine sonstige Eigenthümlichkeit für Liebhaber der Sternkunde besonders wichtig sind. Da ich in den Jahren 1840—1847 sämmtliche von *Struve* gemessene und in den *Mensuris micrometricis* aufgeführte Doppelsterne wiederholt gemessen habe, um dadurch eine Grundlage für die speciellere Kenntniss der Bewegungen in den Sternsystemen zu gewinnen und so zur Aufstellung wichtiger, das Ganze der Fixsternwelt betreffender Fragen einen Beitrag liefern zu können, so bin ich gegenwärtig im Stande, 500 Doppel- und mehrfache Sterne als solche bezeichnen zu können, bei denen eine innere Bewegung stattfindet (§. 11).

Die Ortsbestimmungen sind nur beiläufig angesetzt und gelten allgemein für das Aequinoctium von 1826. Sie sind zur Aufindung hinreichend und werden später, wenn erst die genauen Oerter sämmtlich ermittelt und zusammengestellt sind, mit schärfern und für eine spätere Epoche geltenden vertauscht werden können.

Die beigesetzte Zahl bezieht sich auf die Nummer des *Struve*-schen Katalogs von 1827. Ist noch ein *H* mit einer zweiten Zahlangabe beigefügt, so gilt dies für den nach Klassen geordneten *Herschelschen* Katalog (in den *Philosophical Transactions*). Eben so ist der *Flamsteedsche* Eigenname, wo ein solcher existirt, hinzugefügt.

§. 24.

I. Doppelsterne, welche noch keine Bewegung um einander mit Sicherheit verrathen.

Ihrer sind gegen 2150 gefunden worden. Hier sollen nur einige besonders bemerkenswerthe aufgeführt werden.

180. *H. III. 9.* γ Arietis. $1^h 43', 9. + 18^\circ 27'$.

Beide Sterne hell und weiss; 4,2 und 4,4 der Grösse nach, so dass es schwer hält, aus dem Anblick zu entscheiden, welcher der hellere sei. Bei einem Abstände von 9 Sekunden haben sie von *Bradley* bis zu unsrer Zeit in etwa einem Jahrhundert noch keine Stellungsveränderung gezeigt. Sie stehen fast genau N. S.

346. 52 Arietis. $2^h 55,3. + 24^\circ 32'$.

Dreifacher Stern, da der grössere von 4^m aus zweien sehr nahe stehenden zusammengesetzt ist. Der kleinere $10''$ entfernte Begleiter ist sehr schwach, und keiner von beiden hat seit 1832 eine Stellungsveränderung gezeigt.

464. ζ Persei. $3^h 43',3. + 31^\circ 21'$.

Der Hauptstern $2,7^m$, der Begleiter $9,3^m$; ein sehr bedeutender und bei Doppelsternen nicht häufig vorkommender Unterschied. — Seit 22 Jahren keine Andeutung einer Aenderung. Position $205^\circ 40'$; Distanz $12'',225$.

471. *H. II. 22.* ϵ Persei. $3^h 46',2. + 39^\circ 30'$.

Ein ähnlicher Fall. Die Sterne 3^m und 9^m , und in 65 Jahren noch keine Aenderung wahrnehmbar. Distanz $8'',551$; Position $9^\circ 21'$.

487. $3^h 52',9. - 10^\circ 59'$.

Ein Dreieck von schwachen Sternen, zuerst von *Bessel* aufgefunden. Die Abstände der beiden schwächern vom hellsten

sind $13''3$ und $20''9$. Eine Stellungsveränderung hat innerhalb 15 Jahren nicht wahrgenommen werden können.

572. 4 Aurigae. $4^h 27,6$. $+ 26^\circ 34'$.

Schöner Doppelstern aus zwei gleichen 7^m ; Distanz $3'',795$; Position $210^\circ 8$. Seit 24 Jahren beobachtet.

590. 55 Eridani. $4^h 35',5$. $- 9^\circ 7'$.

Zwei Sterne von 6. und 7. Grösse; Distanz $9'',05$. *Herschel I.* fand ihn 1783 in der Position $314^\circ 9'$; er scheint eine direkte Bewegung zu haben, was aber auf südlicher gelegenen Sternwarten zu entscheiden ist.

661. κ Leporis. $5^h 5,2$. $- 13^\circ 9'$.

Ein ähnlicher Fall wie der vorhergehende. Abstand $3'',0$; der Begleiter grade nördlich vom Hauptstern; *Struve* setzt ihn nur $1^\circ 20'$ westlicher. Seit 15 Jahren beobachtet.

881. 4 Lyncis. $6^h 6',5$. $+ 59^\circ 26'$.

Die beiden Sterne 6^m und 8^m , Distanz $0'',853$ und Position $89^\circ 58'$, also im gleichen Parallel. *Struve* fand 12 Jahre früher $88^\circ 58'$, was bei so geringer Distanz nichts für eine Veränderung beweist.

1061. λ Geminorum. $7^h 8',0$. $+ 16^\circ 51'$.

Der Hauptstern 3^m , der Nebensterne 10^m und schwer zu sehen. Position $32^\circ 55'$; Distanz $9'',121$.

1065. 20 Lyncis. $7^h 9',0$. $+ 50^\circ 28'$.

Zwei fast gleiche Sterne 6 und 6. Häufig seit 1822 von *Herschel II.*, *South*, *Struve*, *Encke*, *Richardson* und mir beobachtet, ohne eine bestimmte Veränderung in 25 Jahren. Distanz $14'',624$ und Position $252^\circ 41'$.

1426. *H.* II. 43. *Leonis* 145. $10^h 11',4. + 7^\circ 19'.$

Dreifach. Der hellere Stern besteht nämlich selbst aus zweien nur $0'',55$ von einander entfernten. Position $262^\circ 5'.$ — Der andre Begleiter nur 10 , und $7'',526$ abstehend; in 63 Jahren hat er sich entweder gar nicht oder langsam vorwärts bewegt.

1964. *H.* IV. 61. $15^h 31',6. + 36^\circ 48'.$

Dreifach. Die Sterne 6 6 9. Der nähere Begleiter $1'',410$ und $8^\circ 52'.$; der entferntere $15'',160$ und $85^\circ 45'.$ Dieser schwächere Begleiter nähert sich vielleicht seinem Hauptstern.

2140. *H.* II. 2. α *Herculis*. $17^h 6',7. + 14^\circ 36'.$

Beide Sterne veränderlich, im Durchschnitt 3. und 6. Grösse. Die sehr stark ausgeprägten Farben der Sterne sind Roth und Blau. In 65 Jahren nichts von Veränderung wahrzunehmen. Abstand $4'',421$; Position $118^\circ 46'.$

2202. *H.* IV. 32. 61 *Ophiuchi*. $17^h 35',9. + 2^\circ 40'.$

Zwei helle weisse Sterne, $5,3^m$ und $5,8^m$. Ihr Abstand $20''$, der Richtungswinkel $94^\circ 6'.$ Im Jahre 1781 gab *Herschel* den Winkel $= 90^\circ$, aber als blosser Schätzung.

2217. $17^h 38',7. + 14^\circ 53'.$

Sehr weiss, $7,4^m$ und $7,8^m$, seit 19 Jahren häufig beobachtet. Pos. $284^\circ 55'.$; Abst. $6'',090.$

2241. IV. 7. ψ *Draconis*. $17^h 45',5. + 72^\circ 14'.$

Die Grössen 4^m und 5^m , und beide Sterne weiss. Abstand $30'',835$ und Richtungswinkel $14^\circ 31'.$ *Herschel I.* hat keinen Winkel angegeben und seine Bestimmung der Distanz ($28'',233$) ist wenig verlässlich.

2308. 40 und 41 *Draconis*. *H.* IV. 67. $18^h 3',1. + 79^\circ 58'.$

Seit 1782 fleissig beobachtet. Zwei weisse Sterne $5,4^m$ und ..

6,1^m. Distanz 20'',633, Position 235° 59'. Sämmtliche Beobachtungen, mit Ausnahme der 1840, 58 von *Richardson* angestellten, harmoniren sehr gut.

2316. *H. I.* 12. 59 *Serpentis*. 18^h 18',3. + 0° 5'.

Die Sterne 4^m,5 und 7^m,8; der hellere roth, der schwächere blau. *Struve* findet p. 52 seiner *Mesurae micrometricae*, dass die früher vermuthete merkliche Veränderung der gegenseitigen Stellung unwahrscheinlich sei, und jetzt, nach 15 Jahren, kann ich nur dieses Urtheil bestätigen.

2367. 18^h 34',6. + 30° 9'.

Diesen anfangs nur doppelt gesehenen Stern fand *Struve* im J. 1832 dreifach, und so erscheint er auch jetzt. Die beiden nahe stehenden Sterne 7^m,0 und 7^m,5; beide röthlich; Distanz nur 0'',3; Position 70° 26'. Der entferntere 8^m,4 und bläulich, in 14'',778 und 194° 33'.

2675. *H. III.* 70. *k Cephei*. 20^h 14',7. + 77° 9'.

Der Hauptstern 4^m und grünlich, der Nebenster 8^m und blau. Die anfangs vermuthete Stellungsveränderung (*Herschel II.* und *South* fanden vor 24 Jahren 5° mehr als *Herschel I.* vor 64) bestätigt sich nicht, da *Struve* 1832 und ich 1845 fast ganz genau wieder das Resultat *Herschel's* des Vaters erhalten. Distanz 7'',439; Position 123° 32'.

2729. *H. I.* 44. 4 *Aquarii*. 20^h 42',1; — 6° 17'.

Die Sterne 5^m,9 und 7^m,2, beide gelb. Aber obgleich eine Veränderung der Stellung, und zwar eine nicht unbedeutende, wahrscheinlich ist, so kann in Dorpat darüber keine Gewissheit erlangt werden, da die Distanz nur 0'',5 und die Höhe über dem Horizont hier zu gering ist. Position etwa 28°.

2737. *H. III.* 21. *ε Equulei*. 20^h 50',3. + 3° 37'.

Bei *Herschel I.* und allen spätern Beobachtern bis 1835

doppelt. *Struve* fand ihn zuerst (1835,62) dreifach. Die beiden nähern ($5^m,7$ und $6^m,2$) gelblich; der entfernte $7^m,1$ weisslich aschfarben. Wahrscheinlich hat der nähere Begleiter, dessen Distanz in 10 Jahren von $0'',35$ bis $0'',60$ zugenommen hat, früher dem Hauptstern so nahe gestanden, dass er nicht von ihm zu unterscheiden war. Auch der entferntere scheint eine kleine Stellungsveränderung (jetzt $10'',725$ und $78^\circ 12'$) seit 66 Jahren erlitten zu haben, doch muss über beides die Zukunft entscheiden.

1223. *H. II. 40.* φ^2 Cancr. $8^h 16',3.$ $+ 27^\circ 30'.$

Zwei weisse Sterne 6^m und $6^m,5$. Die Beobachtungen umfassen 65 Jahre; die jetzige Distanz $5'',006$ und Position $214^\circ 14'$ stimmt fast ganz genau mit *Herchel I.* überein.

1865. *H. N. 114.* ζ Bootis. $14^h 32',8.$ $+ 14^\circ 29'.$

Sehr auffallendes Beispiel eines Doppelsterns, dessen grosse Helligkeit ($3^m,5$ und $3^m,9$) ihn am hellen Mittage zu beobachten erlaubt, nur $1'',1$ Distanz hat und dennoch seit 51 Jahren keine Spur einer Veränderung zeigt. Entweder ist die leuchtende Kraft seiner Oberfläche viele tausend Mal grösser als die unsrer Sonne, oder die Dichtigkeit der Sterne viel geringer als selbst die unsrer Atmosphäre. Auch ist der Glanz des einen (gewöhnlich schwächeren) Sterns veränderlich und zuweilen erscheint er heller als der nachfolgende. Position $309^\circ 29'.$

470. *H. II. 36.* 32 Eridani. $3^h 45',6.$ $- 3^\circ 27'.$

Die Sterne 4^m und 6^m , roth und blau. In 65 Jahren ist Alles unverändert geblieben. Distanz $6'',682$; Position $347^\circ 53'.$

1135. *IV. 53.* π Geminorum. $7^h 36',2.$ $+ 33^\circ 49'.$

Ein 5^m heller goldgelber Hauptstern mit einem sehr schwachen Nebensterne (11^m). *Herschel I.* führt ihn zwar als doppelt auf, giebt aber keine Messung, und die Vergleichung zwischen

Struve und mir (16 Jahre) lässt noch nichts Sicheres über Veränderung erkennen. Distanz $21'',980$ und Position $212^\circ 20'$.

Bei den bisher aufgeführten würde der kleine Unterschied zwischen der frühesten und spätesten Messung, wenn er als reel angenommen werden könnte, auf eine direkte Bewegung führen. Bei den hier folgenden findet der entgegengesetzte Fall Statt.

13. Cephei 318. $0^h 6',3. + 76^\circ 1'$.

Die gelblich schimmernden Sterne $6^m,6$ und $7^m,1$; nur $0'',542$ von einander abstehend; Position $119^\circ 56'$. Die früher von mir vermuthete Bewegung ist durch nachfolgende Beobachtungen nicht bestätigt worden.

99. φ Piscium. $1^h 4',4. + 23^\circ 40'$.

Ein hochrother Hauptstern $4^m,7$ mit einem bläulich schimmernden 10^m verbunden. Distanz $7'',704$ und Position $225^\circ 47'$.

102. $1^h 7',0. + 48^\circ 4'$.

Vierfacher Stern, aber die Distanzen sehr verschieden; die Helligkeit der Begleiter nimmt mit der grösseren Distanz vom Hauptstern ab. Die Sterne 7^m weiss, $8^m,2$ weiss, $8^m,5$ bläulich, endlich 11^m , bei welcher Lichtschwäche kein Farbenunterschied mehr erkennbar ist. Die Distanzen $0'',500$; $9'',949$; $29'',893$; die Richtungswinkel $303^\circ 53'$; $224^\circ 17'$; $66^\circ 52'$. Da die Beobachtungen erst seit 1831 und für den nächsten Begleiter seit 1833 datiren, so werden wir möglicherweise bald Bewegungen in diesem System wahrnehmen.

147. $\mathcal{Z}'$ Ceti. $1^h 33',1. - 12^\circ 10'$.

Ein weisser Hauptstern $5^m,3$ mit einem mattgelblichen $6^m,9$ verbunden. Seine etwaigen Veränderungen müssen auf südlicher gelegenen Observatorien erforscht werden. Position $87^\circ 15'$; Distanz $4'',60$.

281. ν Ceti. $2^h 25',7. + 4^{\circ} 49'.$

Der $5^m,0$ rothe Hauptstern hat einen aschfarbenen Nebensterne $9^m,6. 7'',285$ und $82^{\circ} 14'.$

307. η Persei. *H.* IV. 4. $2^h 38',1. + 55^{\circ} 10'.$

Die Farben, Roth und Blau, sind sehr bestimmt ausgesprochen; die Grössen 4^m und $8^m,5$. Wenn *Herschel's I.* Beobachtung anzunehmen wäre (Pos. $290^{\circ} 5'$), so würde eine verhältnissmässig starke Bewegung nicht zu bezweifeln sein. Allein seit 27 Jahren geben alle Beobachtungen übereinstimmend $300^{\circ} 15'$ mit Abweichung von höchstens $9'$, so dass ein Schreibfehler von 10° bei *Herschel* zu vermuthen ist. Distanz $28'',691.$

444. 15 n Plejadum. $3^h 35',6. + 22^{\circ} 33'.$

Die beiden Sterne $7^m,7$ und $10^m,5$ sehr weiss. Die Beobachtungen umfassen erst 16 Jahre. Dist. $3'',317$; Pos. $337^{\circ} 58'.$ Man könnte in der Plejadengruppe viele Doppelsterne aufführen: es ist jedoch bei der allgemeinen Sternenfülle dieser interessanten Gruppe nicht sehr wahrscheinlich, dass diese Paare, wenn nicht wie hier die Distanz sehr gering ist, ausser dem allgemeinen Connex noch auf einen besonderen engeren zu beziehen sind.

528. χ Tauri. *H.* IV. 10. $4^h 12',1. + 25^{\circ} 13'.$

Ein heller weisser Stern $5^m,7$ mit einem bläulichen $7^m,8$ verbunden. Bei *Herschel I.* kommt nur eine wenig sichere Distanz vor; die neuern geben seit 30 Jahren keine Veränderung zu erkennen. Distanz $19'',285$; Position $24^{\circ} 3'.$

668. *H.* II. 33. β Orionis. $5^h 6',3. — 8^{\circ} 25'.$

Der einzige in nördlichen Gegenden bequem sichtbare Doppelstern erster Grösse. Man bemerkt nur einen geringen gelblichen Schimmer; der Begleiter hat 8^m . — In Dorpat können nur dürftige und nicht sehr genaue Beobachtungen, des tiefen Standes wegen, erhalten werden. Posit. $199^{\circ} 43'$; Dist. $9'',278.$

738. *H.* II. 9. λ Orionis. $5^h 25',6. + 9^\circ 49'.$

Mit einem gelblichen 4^m hellen Hauptstern ist ein purpurfarbener Begleiter von 6^m Helligkeit verbunden. Man findet nur wenig purpurfarbene Sterne am Himmel. Dist. $4'',117$; Pos. $44^\circ 46'.$

Das Sternbild Orion ist reich an Doppelsternen aller Art. Dahin gehören ι Orionis, der vierfache σ Orionis mit einem vorangehenden dreifachen, und mehreren andern in der Nähe, vor allem aber

748. *H.* III. 1. ϑ' Orionis. $5^h 26',7. - 5 32'.$

Sechsfach, wahrscheinlich aber noch vielfacher zusammengesetzt. Er steht im Orion-Nebel, wahrscheinlich aber nur optisch mit ihm verbunden. Die Sterne sind $4^m,7$ gelblich, $6^m,3$ gelblich, $7^m,0$ weiss, $8^m,0$ weisslich- aschfarben; $11^m,3$ und $12^m.$

Herschel I. maass nur die 4 Seiten des Trapeziums, welches die 4 hellern Sterne bilden. Die sorgfältigen und zahlreichen Messungen seit jener Zeit haben noch in keiner Beziehung uns eine bestimmt nachzuweisende Veränderung kennen gelehrt. Da der Hauptstern eine Eigenbewegung von jährlich $0'',06$ hat, seit *Herschel* (1776,87) also seinen Ort um mehr als $4''$ verändert haben muss, so bleibt nur die Annahme übrig, dass alle Sterne dieses Complexes derselben Eigenbewegung folgen, also alle zu einem physischen Attraktionssysteme verbunden sind.

924. *H.* IV. 46. 20 Geminorum. $6^h 22',1. + 17^\circ 54'.$

Die Sterne 6^m und 7^m mit einem schwachen Anflug von Gelb und Blau. Distanz $19'',204$; Position $209^\circ 4'.$

1268. *H.* IV. 52. ι Cancr. $8^h 36',0. + 29^\circ 23'.$

Ein $4',4$ heller, röthlichgelber, mit einem Begleiter von $6^m,5$ und bläulich. Aus *Herschel's* Beobachtungen von 1782 scheint eine rückgängige Bewegung zu folgen, die neuern seit 1821 geben keine Spur zu erkennen. Dist. $30'',540$; Pos. $307^\circ 27'.$

1291. *H. I. 30. ι^2 Cancr. $8^h 43',5. + 31^\circ 15'.$*

Dem vorigen nahe stehend. Die Sterne $5^m,9$ und $6^m,4$, beide gelb. Die Beobachtungen *Herschel's* vor 65 Jahren geben fast dasselbe Resultat wie die gegenwärtigen. Distanz $1'',470$ und Position $335^\circ 26'$.

1316. $8^h 59',1. - 6^\circ 21'.$

Die Sterne dieses dreifachen Systems bilden nahezu eine grade Linie; zwei derselben sind sehr schwach und in Dorpat kaum noch messbar. Die 15 Jahre umfassenden Beobachtungen geben für den näheren und schwächeren Stern $6'',548$ und $146^\circ 20'$; für den entfernten $13'',233$ und $152^\circ 29'$.

1524. *H. N. 53. ν Ursae majoris. $11^h 9',1. + 34^\circ 2'.$*

Ein heller ($3^m,7$) hochrother Hauptstern mit einem schwachen Begleiter 10^m . Zwanzig Jahre ergeben noch keine Veränderung: $7'',096$ und $146^\circ 56'$. In seiner Nähe erblickt man den bekannten, fast eben so hellen, ξ Ursae, von dem später ausführlich die Rede sein wird.

1692. *H. IV. 17. 12 Canum venaticorum. $12^h 47',9. + 39^\circ 16'.$*

Der Stern kommt auf frühern Karten unter dem Namen »Carl's I. Herz« vor. Er ist der hellste unter denen, die unterhalb der Bärensterne vereinzelt am Himmel stehen. Die einzelnen Sterne $3^m,2$ und $5^m,7$; und seit 65 Jahren beobachtet. $20'',099$ und $227^\circ 7'$. — Man kann ihn schon bei 15 bis 20-maliger Vergrößerung doppelt erblicken.

1890. *H. II. 79. 39 Bootis. $14^h 43',9. + 49^\circ 26'.$*

Die Sterne weiss und purpurroth, ihre Grösse $5^m,8$ und $6^m,5$. Vergleicht man alle Beobachtungen seit 1783, so kommt eine retrograde Bewegung heraus; indess die 27 Jahre umfassenden Dorpater allein verglichen gaben nahezu dieselbe Stellung: $3'',705$ und $44^\circ 58'$.

2010. *H. V. 8.* α Herculis. $16^h 0',4. + 17^\circ 31'.$

Die einzelnen Sterne 5^m und 6^m . Beobachtungen sind seit 144 Jahren vorhanden; allein sie machen das Resultat nur um so zweifelhafter. Wir haben nämlich

Flamsteed 1703,31 $61'',7$ $13^\circ 24'.$

Herschel I. 1781,62 $39,98$ 7 $34'.$

Nun aber geben die neuern sehr zahlreichen und sehr schön übereinstimmenden Beobachtungen in 26 Jahren gar keine Veränderung; sondern $31'',073$ und $9^\circ 26'.$ Eine der beiden Coordinaten könnte gar wohl eine Reihe von Jahren hindurch stationär erscheinen, wenn sie früher veränderlich war, nicht aber beide. Man muss also den unvollkommenen Mitteln der früheren Zeit die allerdings auffallende Abweichung zuschreiben. — Die Sterne röthlich. Schon ein gutes Taschenfernrohr wird die Duplicität erkennen lassen.

2583. *H. I. 92.* π Aquilae. $19^h 40',6. + 11^\circ 23'.$

Die einzelnen gelblichen Sterne $6^m,0$ und $6^m,9$. Die Incongruenzen der frühern Beobachtungen liessen Zweifel bestehen; die neuern harmoniren besser und deuten keine Aenderung an. $1'',379$ und $122^\circ 48'.$

2637. *H. III. 24.* ϑ Sagittae. $20^h 2',3. + 20^\circ 24'.$

Die Sterne $6^m,0$ gelblichschimmernd und $8^m,3$ aschfarben. *Herschel* hat nur die Distanz gemessen, und die neuern seit 1819 datirenden Beobachtungen harmoniren gut mit einem unveränderlichen Mittel. $11'',269$ und $327^\circ 4'.$

2727. *H. III. 10.* γ Delphini. $20^h 38',8. + 15^\circ 29'.$

Die ausgezeichnet schönen Farben dieses Doppelsterns sind goldgelb und blaugrün; die Grössen 4^m und 5^m . In Fernröhren mässiger Grösse bei etwa 25 bis 30 Vergrösserung bequem sichtbar. Die Beobachtungen umfassen 67, und wenn *Bradley's* Meridianbeobachtung hinzugenommen wird, 92 Jahre, aber noch

ist keine Spur einer Veränderung wahrzunehmen. Merkwürdiger Weise nennt *Herschel* diese Sterne »beide weiss.« Gegenwärtig wird auch das ungeübteste Auge diese sich so sehr auszeichnenden Farben auf den ersten Blick erkennen; und doch zeigte *Herschel's* Teleskop die Farben, besonders Roth und Gelb, noch deutlicher als unsre Achromate. Hat hier wirklich eine Veränderung stattgefunden? Distanz $11'',443$; Position $273^{\circ} 12'$.

2824. α Pegasi. $21^h 36',8$. $+ 24^{\circ} 52'$.

Schwer sichtbarer Begleiter neben einem hellen gelblichen Hauptstern. $11'',487$ und $307^{\circ} 17'$.

2863. ξ Cephei. *H.* II. 16. $22^h 58',5$. $+ 63^{\circ} 46'$.

Ein schöner gelblicher Stern $4^m,7$ mit einem blauen Begleiter $6^m,5$. Die Beobachtungen stimmen nicht sehr gut überein, allein meine von 1845 giebt genau wieder die *Herschelsche* von 1781. — $5'',587$ und $290^{\circ} 16'$.

2942. *Honores Frid.* 18. $22^h 38',2$. $+ 38^{\circ} 34'$.

Die sehr deutliche Farbe des 7^m hellen Hauptsterns hat das Mittel zwischen Goldgelb und Rosa; der Nebensterne $9^m,2$ ist weisslichgrau. Die nicht über 1830 hinaufgehenden Beobachtungen geben noch keine Veränderung. $2'',849$ und $280^{\circ} 40'$.

Die meisten der hier aufgeführten 52 Sterne (noch nicht der vierzigste Theil aller gemessenen und in diese Klasse gehörenden) können schon in Fernröhren von mässiger optischer Kraft, von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuss Brennweite, bequem gesehen werden; nur wo die Begleiter unter der 9. Grösse sind, müssen stärkere Hilfsmittel angewandt werden; und eben so bei Distanzen unter $3''$ bis $4''$. Doch wird man im letzteren Falle häufig einen länglichten Stern erblicken oder auch zwei gleichsam zusammenklebende Lichtpunkte.

§. 25.

Doppelsterne, bei denen sich eine Veränderung der gegenseitigen Stellung nachweisen lässt.

Bei ihrer jetzt noch nicht übergrossen Zahl werde ich sie hier tabellarisch zusammenstellen. Diejenigen, wo eine Bahnbestimmung versucht werden kann, werden im nächsten §. aufgeführt werden.

Die ersten vier Rubriken enthalten die Nr. des *Struveschen* Katalogs, die Namen des Sterns und die genäherte Ortsbestimmung für 1826. Die 5te bis 7te enthalten für das angegebene Jahr die Distanz und den Positionswinkel, und zwar mit dem Zusatze + oder —, wenn diese wachsen oder abnehmen. Um die Abnahme des Positionswinkels übersehen zu können, ist in der 8ten Rubrik angegeben, dem wievielten Theil des Umkreises (360°) diese jährliche Veränderung gleich ist; mit andern Worten: wieviel Jahre die Umlaufszeit des Doppelsterns betragen würde, wenn die gegenwärtige Veränderung der mittleren gleichgesetzt werden könnte. Obgleich demnach aus diesen Zahlen die Umlaufzeiten, einzeln genömmen, nicht hervorgehen, so werden sie doch dienen können, sich eine allgemeine Idee von der Dauer der Umläufe in dieser Ordnung der Systeme bilden zu können. (Wenn für die Position p eine andere Epoche gilt, so ist diese in der 9ten Rubrik bemerkt.)

Die einzelnen Beobachtungen wie die specielleren Resultate enthält der erste Theil meiner Untersuchungen über die Fixsternsysteme p. 69—214 und der besondre Anhang zum zweiten Theile. — Ueber einzelne mit * bezeichnete Doppelsterne folgen am Schlusse noch einige Anmerkungen.

Nr.	Name.	α	δ	T	d	p	J.	
* 2	Cephei 316.	0 ^h 0,0	+78°45'	1838,63	0,694 —	338°14' —	894,4	
22	38 Piscium.	0 8,4	+ 7 53	1836,83	4,498 —	237 33 +	3770	1834,50
23	.....	0 8,4	— 0 38	1836,89	12,784 —	0 9 —	5035	
25	.....	0 9,9	+15 2	1838,57	1,848 +	196 5 +	860,9	1839,10
27	42 Piscium	0 13,5	+12 31	1833,12	31,712	342 44 —	2264	1837,94
45	Cassiopejæ 63.	0 29,5	+46 1	1837,29	8,808	84 22 +	1972	
59	P. o. 181.	0 38,0	+50 29	1831,09	2,195	144 48 +	4403	
* 60	η Cassiopejæ	0 38,5	+56 53	1836,52	9,482 —	91 47 +	437,5	1836,02
63	.....	0 41,0	+10 56	1838,87	11,780	197 36 +	958,3	
69	.....	0 43,5	+82 44	1839,76	21,755	1 4 +	2285	
* 73	36 Andromedæ	0 45,6	+22 41	1840,62	1,069 +	322 28 +	273,6	1840,14
75	.....	0 46,1	+12 35	1836,80	4,782	274 2 —	1436,4	
80	P. o. 251.	0 55,0	— 0 9	1835,37	18,214	300 36 +	1072,6	
82	.....	0 51,6	+ 8 34	1838,13	1,758	305 50 +	1359,6	
86	.....	0 56,1	— 6 23	1834,92	12,183	171 27 —	1153,2	1830,20
* 88	ψ' Piscium	0 56,3	+20 2	1833,12	30,057	160 24 —	8075	
90	77 Piscium	0 56,7	+ 3 59	1832,57	32,441	82 46 —	7926	
91	Ceti 160.	0 58,3	— 2 40	1837,49	3,755	325 33 —	1958	
* 93	Polaris	0 59,3	+88 23	1834,19	18,406	209 48 —	6069	
* 100	ζ Piscium	1 4,6	+ 6 39	1832,37	23,337	63 55 —	5392	
101	.....	1 5,0	— 8 34	1825,10	21,333	338 23 +	3062	
105	.....	1 7,5	+65 16	1837,04	2,925	184 20 —	766,6	
113	42 Ceti	1 11,0	— 1 25	1837,52	1,235	335 49 +	696,3	
* 117	ψ Cassiopejæ	1 13,6	+67 14	1830,87	30,737	103 17 +	5468	
* 125	.....	1 18,0	— 1 3	1837,63	17,530 +	26 55 —	285,6	
130	.....	1 21,8	+69 1	1838,42	7,706 +	186 38 —	1895,7	
132	.....	1 22,5	+16 3	1838,48	26,253 +	2 50 —	1195,6	
133	Andromedæ 219.	1 22,8	+34 57	1840,21	2,823	184 11 +	540,0	
136	100 Piscium	1 25,6	+11 40	1833,02	15,353 —	79 13 —	3387	
* 138	P. I. 123.	1 27,0	+ 6 44	1839,25	1,495	23 10 +	1001,2	
* 142	.....	1 30,3	+14 22	1836,47	25,192	312 50 +	1402,4	1836,52
155	.....	1 35,0	+ 8 34	1837,30	4,540	331 36 —	2019,3	1837,93
158	.....	1 36,7	+32 18	1837,91	2,156	248 13 +	1420,2	
* 162. I.	.....	1 38,6	+47 2	1836,98	1,875	224 44 —	2650,5	
164	.....	1 39,0	+33 12	1837,70	9,428 —	94 23 —	1315,6	
* 175	.....	1 41,5	+20 15	1837,33	11,141 +	330 41 +	945,7	1836,87
197	.....	1 50,8	+34 27	1838,94	19,030 +	233 20		
* 202	α Piscium	1 53,0	+ 1 55	1835,65	3,594	333 24 —	2928,7	
* 205	γ Andromedæ	1 53,3	+41 30	1834,37	10,313 —	62 53 —	1037,6	3 feet
208	10 Arietis	1 53,8	+25 5	1838,37	1,833 —	27 33 +	800	
227	ι Trianguli	2 2,4	+29 29	1832,84	3,598	79 0 —	3641,3	
* 228	Andromedæ 259.	2 3,0	+46 41	1836,61	1,036	267 11 +	382,4	
231	66 Ceti	2 3,9	— 3 15	1834,69	15,526 —	228 42 +	2800,4	
234	.....	2 4,8	+60 32	1838,86	0,827	235 39 —	758,2	
249	.....	2 10,6	+43 48	1836,74	2,389	192 23 —	938,9	
254	.....	2 11,9	+22 49	1840,43	13,160	336 18 +	1518,1	
257	.....	2 12,9	+60 45	1837,38	0,563	170 56 +	441,5	
* 262	ν Cassiopejæ. I.	2 14,9	+66 37	1831,64	1,884	275 21 —	1065,4	3 feet
	II	id.	id.	1831,86	7,472	107 29 +	2785,6	
* 263	.....	2 15,6	+59 52	1838,71	14,420	102 17 +	1261,8	
* 264	.....	id.	id.	1838,71	16,834	224 56 —	2744,4	
269	P. II. 93.	2 18,3	+29 9	1837,97	1,849 —	340 14 +	1349	1829,94
278	.....	2 24,0	+68 33	1837,12	0,412	89 39 +	322,4	

Nr.	Name.	α	δ	T.	d	p	J.	
289	33 Arietis	2 ^h 30,5	+26°18'	1826,71	28,543	359° 6' +	8664,5	
293	.....	2 31,6	+56 18	1836,62	6,905	61 13 +	608,6	
295	84 Ceti	2 32,3	— 1 24	1838,36	4,745	331 34 —	779,3	
* 296	φ Persei	2 32,4	+48 30	1824,90	15,316	293 49 +	4313,2	
* 299	γ Ceti	2 34,2	+ 2 29	1838,44	2,610	288 40 +	1478,0	
* 311	π Arietis	2 39,4	+16 45	1833,02	3,204	120 51 +	1431,5	
314	Persei 85.	2 40,6	+52 15	1826,59	1,401	293 17 +	1355,7	
329	.....	2 47,9	+58 19	1837,97	15,803	273 10 +	1852	
* 333	ε Arietis	2 49,4	+20 37	1840,02	0,714 +	194 19 +	664,4	
371	.....	3 6,8	+46 23	1837,00	3,303	76 53 +	995,2	
375	.....	3 10,2	+23 4	1837,01	2,050	315 15 —	625,7	
377	.....	3 10,7	+18 34	1837,72	0,928	117 59 +	1368,6	
380	.....	3 12,5	+ 8 6	1839,01	1,024	88 8 —	1287,8	
384	.....	3 14,5	+59 17	1836,52	2,079	266 25 —	1567	
400	.....	3 20,9	+59 26	1836,14	1,348 —	284 47 +	1085,5	
* 412	7 Tauri	3 24,1	+23 53	1838,85	0,555 —	265 28 —	1329	1839,76
422	P. III. 98.	3 28,3	+ 0 2	1835,11	5,969	232 20 +	747,5	
425	.....	3 29,1	+33 34	1837,09	3,006	103 37 —	2254,1	
438	.....	3 33,3	+22 12	1838,17	1,617	243 6 +	1259,5	
439	.....	3 33,7	+31 37	1840,44	23,505	38 55 +	4560	
447	.....	3 36,6	+37 49	1834,97	26,700	177 1 —	1168,2	
460	Cephei 49.	3 41,5	+80 12	1836,76	0,874	356 47 +	466,1	
* 461	.....	3 41,5	+55 57	1834,48	1,178 —	104 49		
470	32 Eridani	3 45,6	— 3 27	1830,78	6,692	347 5 +	4562,4	
477	.....	3 50,2	+41 21	1837,35	3,137	215 18 +	1485,2	
481. I.	.....	3 51,6	+27 38	1837,40	2,130	109 20 +	711,9	
483	.....	3 56,2	+38 59	1836,38	2,720	9 18 —	972,6	
487. II.	.....	3 52,9	— 10 59	1834,34	21,532 —	235 33 +	1310,7	1837,92
489	.....	3 54,2	— 7 23	1838,91	3,416	196 16 +	2575,4	
504	.....	4 1,3	+67 8	1836,59	6,849	263 15 +	1850,5	
506	.....	4 6,2	+69 59	1836,77	10,211 +	291 50 +	1454,3	
521	.....	4 8,5	+49 34	1837,94	1,998	254 27 +	1753,1	
542	.....	4 15,1	+45 52	1836,78	21,358	103 18 +	2222,7	
* 554	80 Tauri	4 20,3	+15 16	1837,01	1,678 —	15 30 +	867,8	
* 566	2 Camelopardali	4 26,1	+53 8	1834,96	1,557	309 23 —	919,3	
570	.....	4 27,1	— 10 7	1827,34	12,670	258 10 +	4172	
577	.....	4 30,5	+37 9	1835,81	1,645	274 20 —	508,0	
579	.....	4 31,5	+22 23	1839,27	16,206 —	31 2 +	3313,9	
607	.....	4 42,5	+25 8	1836,74	13,096	251 2 +	1841,9	
608	.....	4 42,5	+51 49	1837,57	3,967	114 13 —	1576,1	
* 613	I.	4 46,3	+43 51	1839,08	19,253 —	105 57 —	4666	
	II.	id.	id.	1836,91	15,381 —	18 20 —	3618	
621	.....	4 48,7	+38 56	1839,05	9,626	126 3 —	506,2	
622	P. IV. 258.	4 49,1	+ 1 23	1835,64	2,759 +	179 21 +	3165,2	1830,85
625	.....	4 49,4	+58 36	1824,33	4,418	113 48 +	2990,1	
629	.....	4 52,0	+83 13	1835,28	12,915	343 23 +	781,7	
633	.....	4 54,1	+63 22	1836,71	12,289	341 27 —	1857,6	
* 634	Camelopardali 19	4 54,2	+78 59	1835,63	33,527 —	348 53 +	1737,1	
644	.....	4 58,6	+37 5	1835,24	1,595	221 1 +	1371,8	
651	.....	5 1,6	— 7 18	1838,72	11,078 +	90 38 —	292,8	
* 653	14 Aurigae	5 4,1	+32 29	1829,95	14,717	225 15 —	8304,4	1835,96
675	.....	5 7,6	— 5 50	1838,81	9,630	5 46 +	2431,6	
683	.....	5 9,7	+25 0	1834,73	11,595	79 34 —	3760,7	

Nr.	Name.	α	δ	T.	d	p	J.
684	.....	5 ^h 9,7	+44°53'	1838, 06	1,489	138°46+	1139, 3
686	.....	5 10,4	+23 51	1835, 64	9,193	220 33+	3111, 5
694	.....	5 13,4	+24 48	1836, 97	1,338	0 46—	783, 8
696	23 Orionis	5 13,6	+ 3 21	1828, 18	31,748	28 24—	7086, 8
716	118 Tauri	5 18,6	+25 0	1827, 28	5,011	196 0+	4295, 4
725	31 Orionis	5 20,7	— 1 14	1837, 08	12,623	86 13—	2069, 3
727	.....	5 21,3	+44 38	1836, 43	2,183	58 46+	978, 6
728	32 Orionis	5 21,4	+ 5 48	1830, 88	1,013	206 0—	1473, 1
735	.....	5 24,4	— 6 38	1839, 18	32,485+	354 45—	5089
742	380 Tauri	5 26,1	+21 54	1829, 61	3,392	247 24+	1312
753	26 Aurigae	5 27,3	+30 24	1830, 79	12,168	268 27—	4041, 5
* 774	ζ Orionis	5 32,1	— 2 4	1834, 93	2,473	150 35—	2341
807	.....	5 41,2	+34 23	1838, 10	2,052	142 53+	1055, 6
817	.....	5 45,6	+ 6 59	1837, 46	18,472	71 42—	3541
826	.....	5 50,2	— 1 20	1837, 83	2,060+	116 19+	1791, 6
836	.....	5 53,8	— 2 21	1838, 82	1,910	31 14+	690, 6
844	.....	5 58,0	+13 59	1836, 32	23,109—	0 19—	383, 8
845	41 Aurigae	5 58,2	+48 44	1830, 12	8,067	353 24+	7123, 6
850	.....	5 58,5	— 3 58	1837, 57	2,172	19 33+	502, 7
853	.....	5 59,5	+ 5 48	1837, 05	5,564	320 27—	893, 2
856	.....	5 59,7	+ 7 5	1837, 82	10,391	49 39+	1114, 1
878	.....	6 5,1	+62 28	1839, 70	16,719+	314 59+	947, 6
880	.....	6 5,8	+10 37	1838, 16	5,226—	54 55+	1969, 2
906	.....	6 17,0	+37 30	1836, 68	6,582	334 22—	1742, 4
918	Aurigae 229.	6 19,9	+52 34	1839, 67	4,558	323 51+	2832, 8
* 919	11 Monocerotis I.	6 20,3	— 6 55	1841, 81	7,475	131 15+	3355
	 II.	id.	id.	1841, 66	9,794	124 16+	3446
932	.....	6 24,3	+14 53	1837, 51	2,539	339 32—	1150
936	.....	6 24,6	+58 14	1837, 11	1,599	256 27+	1349, 6
943	.....	6 27,0	+23 19	1838, 65	15,936	154 13—	1843
945	.....	6 28,1	+41 8	1835, 38	0,997—	251 20+	776 3
* 946	P. VI 174.	6 29,8	+59 37	1842, 92	3,973—	132 15—	3094, 2
* 948	12 Lyncis I.	6 30,8	+59 37	1834, 53	1,572	152 26—	589, 1
	 II.	id.	id.	1834, 62	8,707	305 16+	8163, 2
950	15 Monocerotis I.	6 31,1	+10 3	1835, 29	2,790	208 49+	1600, 9
* 963	14 Lyncis	6 37,7	+59 37	1838, 41	0,862	52 23+	1411, 2
966	.....	6 38,1	+40 9	1837, 05	5,099	113 46+	1176, 1
* 982	38 Geminorum	6 44,9	+13 24	1835, 46	6,084+	173 6—	2219, 8
1008	.....	6 51,1	+26 51	1837, 76	2,421	273 9+	846, 8
1009	P. VI. 301.	6 51,9	+53 1	1833, 57	3,059	159 28—	2408, 5
1014	.....	6 55,3	+26 25	1837, 41	2,204	34 52+	1033, 4
1016	.....	6 56,3	—11 18	1836, 18	5,215	151 24—	1843, 5
1032	.....	7 0,8	+48 48	1837, 96	2,505	104 10+	1331, 7
1043	.....	7 3,9	— 0 25	1837, 33	2,436	250 52+	1116, 7
1045	.....	7 4,2	— 2 53	1836, 80	5,836	229 0+	949, 0
1060	.....	7 8,0	— 8 58	1836, 80	6,751	23 56+	1655, 0
* 1066	δ Geminorum	7 9,6	+22 17	1828, 37	7,315	195 51+	1745, 5
1073	.....	7 11,5	+10 31	1838, 77	8,574	66 16+	2100, 4
* 1074	.....	7 11,7	+ 0 43	1834, 87	0,486	120 0+	312, 3
1076	.....	7 11,9	+ 4 23	1836, 68	2,707	108 26+	1644, 4
1081	.....	7 13,9	+21 47	1836, 76	1,341	220 6+	742, 2
1099	.....	7 19,9	+11 55	1837, 49	4,100	342 12—	1677, 7
* 1104	.....	7 21,2	—14 38	1837, 21	2,436	238 48+	307, 6

Nr.	Name.	α	δ	T.	d.	p	J.	
1109	.....	7 ^h 23,4	— 0°10'	1837,20	3,357	16°29'+	1500, 0	
1115	.....	7 24,4	—12 31	1837,95	12,827	138 58 —	1952, 6	
*1119	.....	7 27,1	+34 6	1838,12	3,110+	348 10 —	1686, 7	
1123	.....	7 30,1	+33 46	1838,27	3,717	160 31 —	1329, 0	
1126	P. VII. 170.	7 30,8	+ 5 38	1830,00	1,469	132 18 +	1159, 1	
1132	.....	7 33,6	— 3 7	1824,67	19,191	238 52 —	2178, 5	
1133	.....	7 34,0	— 3 38	1837,20	4,294	106 53 —	1305, 3	
*1136	.....	7 36,5	+65 22	1837,65	11,178—	246 7 —	1025, 9	
*1142	.....	7 38,7	+13 51	1835,38	23,889—	273 6 —	764, 9	
1162	.....	7 47,6	+13 41	1836,87	9,152	328 27 —	2323, 9	
1187	Lyncis 85.	7 58,4	+32 44	1837,69	1,622	68 26 —	1065, 4	
1192	.....	8 1,0	+61 0	1837,13	2,880+	257 21 +	1493, 3	
1201	.....	8 3,4	+10 6	1838,05	6,331	180 44 —	3373, 4	
*1216	.....	8 12,1	— 1 2	1837,60	0,461	130 29 +	171,14	
*1224	v' Cancri	8 16,5	+25 5	1836,14	5,878	38 17 +	3165, 7	
1225	.....	8 16,9	+51 45	1837,94	3,501	193 8 —	2150	
1228	.....	8 17,3	+28 6	1838,07	9,114	350 52 —	2829	
1230	.....	8 18,6	+17 25	1836,38	27,947	193 44 —	5975	
1237	.....	8 21,5	+ 9 3	1838,73	5,345	174 51 —	1119, 8	
1243	.....	8 24,8	+ 2 11	1837,27	1,906	224 36 +	748, 5	
*1273	ϵ Hydrae	8 37,6	+ 7 4	1836,34	3,247	199 3 +	584, 8	
1283	.....	8 40,2	+15 29	1823,60	16,315	122 32 +	4754	
1285	.....	8 41,4	+21 31	1835,72	26,471	338 31 —	4775	
*1306	σ^2 Ursae maj.	8 55,0	+67 50	1832,73	4,553—	262 25 —	1430, 8	1836, 92
1321	.....	9 2,3	+53 26	1836,11	20,049	48 47 +	1349, 1	
1333	.....	9 7,7	+36 5	1839,36	1,445	41 47 +	1962, 0	
*1334	38 Lyncis	9 7,8	+37 32	1830,76	2,839	241 24 —	5805	
1338	Lyncis 157.	9 9,9	+38 55	1838,10	1,699—	127 5 +	525, 9	
1340	39 Lyncis	9 10,6	+50 15	1832,07	6,086+	319 9 —	3606	
1341	.....	9 10,6	+51 20	1836,51	20,903—	267 38 +	5404	
1345	.....	9 12,9	+65 2	1837,89	2,755	85 46 +	1011, 2	
*1348	Hydrae 116.	9 15,2	+ 7 3	1838,12	1,243+	330 10		1844, 49
*1351	23 Ursae maj.	9 17,8	+63 48	1823,26	22,116+	272 12		
1362	.....	9 21,1	+73 51	1837,08	5,033	136 3 —	1408, 5	
1365	Hydrae 134.	9 22,8	+ 2 15	1836,13	3,273	162 32 —	3809, 6	
1377	P. IX. 161.	9 34,4	+ 3 25	1836,41	3,376	140 34 —	1264, 6	
1378	.....	9 34,4	+75 25	1837,03	4,990	359 58 —	949, 3	
1386	.....	9 40,6	+69 43	1837,83	1,978	294 16 —	831, 8	
1398	.....	9 47,4	+69 36	1837,18	3,564	227 11 —	1040, 6	
1404	.....	9 55,2	— 0 48	1836,57	6,278	293 23 +	3563, 7	
*1424	γ Leonis	10 10,4	+20 44	1837,04	2,650+	103 14 +	1342, 2	1831, 84
1425	.....	10 10,9	+47 1	1837,30	4,652	0 24 —	1857, 2	
1431	P. X. 67	10 16,4	+ 9 39	1832,21	3,183	66 16 +	5236, 5	
1441	P. X. 94.	10 22,8	— 6 43	1834,36	2,699	168 6 —	1319, 5	
1450	49 Leonis	10 25,8	+ 9 31	1837,41	2,538	159 28 —	1632, 3	
1454	.....	10 28,5	+27 29	1837,54	3,474	309 46 +	1428, 0	
*1457	.....	10 29,7	+ 6 36	1837,53	0,749	299 28 +	302, 4	
1460	Ursae maj. 172.	10 30,3	+43 4	1834,95	3,435+	167 41 —	1750, 2	1834, 57
1465	.....	10 33,0	+45 30	1836,95	2,197	10 56 —	777, 9	
1474	.....	10 39,1	—14 21	1835,53	6,406	196 53 +	1777, 9	
1496	.....	10 49,0	+14 13	1836,00	19,158+	352 58		
1504	P. X. 229.	10 55,1	+ 4 34	1838,72	1,018	278 25 +	1315, 8	
1512	.....	10 58,4	+63 27	1840,18	9,614+	51 19 +	4677	

Nr.	Name.	α	δ	T.	d	p	J.	
1516	.....	11 ^h 3,7	+74°25'	1836,58	8,134—	303°33'+	185, 3	
1478	.....	10 41,6	+25 23	1838,44	8,884	349 35+	1543, 2	
1487	54 Leonis	10 46,1	+25 42	1829,16	6,086	102 37+	4223	
1502	.....	10 52,8	+15 34	1836,54	12,413	285 33+	2893	
*1536	♌ Leonis	11 14,8	+11 29	1839,15	2,294+	87 38—	561, 4	
1540	83 Leonis	11 18,0	+ 3 58	1834,35	29,825	149 40+	4265	
1513	57 Ursae maj.	11 19,7	+40 17	1828,93	5,384	10 28—	3789, 4	
1547	88 Leonis	11 22,7	+15 20	1835,08	15,461+	320 14+	5702	1829, 88
1552	90 Leonis	11 25,6	+17 46	1834,54	3,135	210 58+	5578	
1558	.....	11 28,6	+22 28	1834,12	1,310—	156 43—	1024, 9	
1572	.....	11 37,7	+54 16	1839,77	10,486	286 52	2047, 3	
1575	.....	11 43,0	+ 9 46	1834,78	30,705	209 51—	5342, 8	
1593	.....	11 45,5	— 1 27	1837,45	1,542	24 9,6+	524, 7	
1595	.....	11 55,4	+ 8 20	1835,48	1,336—	23 17+	494, 3	
1596	2 Comae Ber.	11 55,4	+22 26	1834,38	3,701	239 56—	6710, 4	
1594	.....	11 54,6	+42 21	1839,64	16,944	163 39—	2054, 7	
1602	.....	11 58,3	+70 14	1838,55	13,355+	179 17—	4452, 1	
1607	.....	12 2,6	+37 3	1837,50	33,010	351 18+	2524	
1615	.....	12 7,1	+ 6 35	1835,14	3,742+	126 36+	862, 1	1836, 46
1622	.....	12 8,0	+81 6	1835,22	14,326	218 49—	5329, 6	
1633	55 Comae Ber.	12 11,8	+22 9	1833,83	8,683	244 59—	4571, 2	
1636	17 Virginis	12 13,5	+ 6 16	1828,11	19,449	355 12+	2664, 9	
1643	.....	12 18,5	+22 0	1834,49	1,890	69 14—	684, 4	
1645	.....	12 19,2	+45 44	1837,51	10,369	161 12—	2667, 7	
1647	Virginis 191.	12 21,7	+10 41	1835,06	1,237	204 17+	1144, 1	
1664	.....	12 29,4	—10 32	1836,06	17,093	268 19—	638, 3	
1669	58 Corvi	12 32,3	—12 1	1838,12	5,739	301 31+	1389, 1	
1678	.....	12 36,8	+15 19	1833,03	32,619—	211 6—	1398, 2	
*1687	35 Comae Ber. I	12 44,8	+22 11	1834,51	1,425	29 59+	341, 2	
	 II.	id.	id.	1825,16	28,982	124 55—	10851	1830, 66
1689	P. XII. 221.	12 46,8	+12 26	1837,56	28,833+	199 36+	2854, 5	
1693	.....	12 48,0	+ 7 57	1836,44	8,457	333 18—	1524, 6	
1695	Ursae maj. 417.	12 48,6	+55 2	1839,09	3,293	287 56—	2203, 9	
1698	.....	12 49,3	+75 36	1839,41	10,390	110 15+	3728, 3	
1712	.....	12 54,8	+10 24	1835,57	8,706	335 41—	2659, 8	
*1724	♍ Virginis	13 0,9	— 6 43	1823,70	7,063	343 6+	4104, 4	
1734	.....	13 12,0	+ 3 51	1839,39	0,903	200 36+	1164, 2	
*1744	♋ Ursae maj.	13 17,0	+55 51	1833,46	14,367	147 34+	7659, 4	
1746	.....	13 19,5	+10 21	1836,69	29,342	250 10—	3986	
1752	P. XIII. 113	13 22,5	+60 51	1837,51	1,698	152 12+	1337, 3	
*1757	P. XIII. 127.	13 24,5	+ 0 35	1837,13	1,663+	30 39+	243, 8	1837, 87
1758	.....	13 25,5	+49 56	1834,80	4,117	310 2—	1881, 9	
1763	81 Virginis	13 28,4	— 6 56	1838,27	1,718	41 4+	1283, 5	
*1768	Canum Venat. 181	13 29,9	+37 11	1837,76	1,069—	71 26—	518, 6	1839, 25
1771	.....	13 32,0	+70 39	1839,77	1,758	72 49+	1386, 6	
1777	84 Virginis	13 34,6	+ 4 26	1836,06	3,420	234 48—	3400, 8	
1785	.....	13 41,2	+27 49	1840,85	3,475	172 4+	504, 5	
1788	P. XIII. 233.	13 45,8	— 7 12	1836,62	2,337	56 32+	864, 9	
1796	.....	13 52,9	+37 48	1834,84	2,402	194 31—	1305, 8	
1798	.....	13 55,4	+79 14	1837,72	6,186	14 10—	3364	1839, 19
1805	.....	14 1,3	4 50	1837,50	4,595	31 44+	1332, 5	
1812	.....			1836,17	13,931	108 22+	5553	
1806	.....	14 2,0	+49 21	1838,65	13,499	174 46+	2086	

Nr.	Name.	α	δ	T.	d	p	J.	
1813	.....	14 ^h 4,6	+ 6° 15'	1834,51	4,984	191° 12' +	1461, 1	
1819	.....	14 6,8	+ 3 57	1837,60	1,172 —	73 34 —	198, 7	
1820	.....	14 7,1	+ 56 8	1836,96	2,428	48 28 +	802, 6	
*1821	z Bootis	14 7,2	+ 52 37	1832,41	12,713	237 50 —	4156, 2	1831, 88
1823	.....	14 7,4	+ 11 8	1837,01	3,378	154 0 —	1190, 3	
1830	.....	14 10,1	+ 57 29	1838,19	5,119 +	267 36 +	706, 6	
1831	.....	14 10,6	+ 57 31	1837,89	6,013	141 9 —	1565, 6	
1832	.....	14 11,4	+ 4 42	1839,87	0,501	127 32 +	402, 4	
1835	P. XIV. 68.	14 14,8	+ 9 13	1839,56	5,963	187 3 +	4623	
1842	.....	14 18,2	+ 4 28	1834,18	3,060	11 57 +	1784, 2	
1847	.....	14 19,5	— 9 21	1834,83	18,589 —	249 33 +	1582, 4	
1863	.....	14 32,2	+ 52 23	1838,94	0,608	104 6 —	585, 1	
1864	π Bootis	14 32,5	+ 17 11	1827,26	5,811	99 44 +	4276, 5	
1866	.....	14 33,3	+ 10 16	1838,44	0,803	24 7 +	671, 8	
*1877	ϵ Bootis	14 37,4	+ 27 49	1836,00	2,722	321 54 +	1550, 0	
1879	.....	14 37,8	+ 10 23	1838,92	1,064 —	59 59 —	344, 0	
1883	.....	14 40,2	+ 6 40	1838,59	1,071 —	269 40 —	1319, 6	
1884	Bootis 286.	14 40,6	+ 25 6	1839,43	1,194	54 30 +	1669, 6	
*1888	ξ Bootis	14 43,3	+ 19 49	1838,22	6,969	326 44 —	435, 0	
1893	.....	14 48,8	+ 30 12	1838,10	21,010	259 12 —	1136, 4	
1894	18 Librae	14 49,6	— 10 24	1830,37	19,439	39 6 —	3038, 5	
1901	Bootis 342.	14 53,6	+ 32 6	1839,40	29,740 —	202 45 —	3113, 7	
1908	.....	14 58,0	+ 35 9	1839,12	1,574	139 32		
1910	P. XIV. 279.	14 59,1	+ 9 54	1838,88	3,965	210 53 +	1393, 5	
1919	.....	15 5,0	+ 19 58	1839,93	24,945	9 43 —	7587	
1932	Coronae I.	15 10,9	+ 27 30	1839,52	1,536	278 24 +	731, 6	
1934	.....	15 11,4	+ 44 58	1838,67	5,677 +	44 18 —	3616, 9	
1943	.....	15 19,0	+ 5 58	1839,03	5,388	152 5 —	1933	
1944	.....	15 19,3	+ 6 42	1838,86	1,350	339 20 —	1067, 1	
1945	.....	15 19,8	+ 15 19	1838,64	30,587	275 22 +	1395, 6	
1947	.....	15 21,6	+ 39 1	1838,39	7,108 +	27 10 —	3832, 5	
1953	.....	15 24,4	+ 6 5	1838,94	6,566	253 50 —	2274, 9	
*1954	δ Serpentis	15 26,4	+ 11 7	1838,46	3,002	197 2 —	2589, 4	
1957	.....	15 27,6	+ 13 29	1838,67	1,425	160 25 —	1013, 1	
1959	.....	15 28,1	+ 35 20	1837,17	1,722	242 29 +	1514, 0	
1961	.....	15 28,5	+ 44 8	1838,98	21,623	54 11 —	1716, 0	
*1965	ζ Coronae	15 32,8	+ 37 11	1833,59	6,153 +	301 8 +	3542, 2	
1972	π' Ursae min.	15 39,3	+ 81 8	1830,27	30,207	83 11 —	7778	
1985	.....	15 47,1	— 1 38	1839,12	5,726 +	326 46 +	2503, 2	1835, 20
1999	bei ξ Librae	15 54,7	— 10 57	1834,14	10,465	102 18 +	6434, 2	
2006	.....	15 57,2	+ 59 25	1838,88	1,570	201 31 —	974, 0	
*2021	49 Serpentis	16 5,2	+ 13 59	1837,58	3,262 +	316 49 +	1020, 5	1834, 07
2023	.....	16 5,9	+ 5 58	1839,74	1,514	232 45 —	916, 4	
2026	.....	16 6,3	+ 7 49	1838,05	2,398	312 4 —	658, 7	
2034	.....	16 10,4	+ 84 6	1838,25	1,429	117 11 +	994, 7	
2036	.....	16 10,9	+ 72 52	1837,88	1,947	238 3 +	697, 2	
2045	.....	16 18,0	+ 61 55	1839,27	2,536	181 13 —	1255, 2	
2054	Draconis 99.	16 21,6	+ 62 5	1836,22	0,956 +	6 1 —	1084, 7	1835, 76
2065	.....	16 28,8	+ 40 22	1837,36	30,370	218 8 —	4316	
2072	.....	16 30,6	+ 48 2	1836,58	5,136 +	182 45 —	1078, 4	
2076	.....	16 31,8	+ 0 2	1838,40	9,075	327 23	1681, 7	
2079	.....	16 32,3	+ 23 22	1839,03	16,748	91 11 +	5843	1839, 97
2097	.....	16 38,5	+ 36 4	1839,58	2,166	87 51 —	1880, 7	

Nr.	Name.	α	δ	T.	d	p	J.	
2103	.....	16 ^h 41,8	+13°33'	1840,00	5,742	38°30'+	1906, 9	
*2107	.....	16 44,8	+28 57	1841,22	1,033 —	162 42+	317, 6	1842, 10
2060	.....	16 25,3	+57 7	1836,12	3,667	248 12+	926, 2	
2114	P. XVI 270.	16 53,6	+ 8 42	1840,05	1,231 —	141 34+	1086, 0	
2115	Herculis 192.	16 53,6	+15 11	1833,09	18,738 —	237 40 —	2379, 4	1837, 50
2118	20 Draconis			1829,68	0,801	246 23+	3308	
*2120	Herculis 210.	16 57,6	+28 20	1842,00	2,734 —	245 27 —	132, 1	
2123	.....	16 58,8	+ 7 3	1839,74	19,281	217 22 —	3208	
*2130	u Draconis	17 1,8	+54 42	1836,16	3,217 —	206 0 —	612, 2	1830, 31
2145	.....	17 9,4	+26 45	1841,62	10,490+	176 30+	1786, 9	1841, 41
2153	.....	17 13,6	+49 28	1836,90	1,981	279 33 —	958, 9	
2157	.....	17 15,1	+16 38	1839,79	3,576+	204 30+	1477, 4	1840, 30
2160	P. XVII. 94.	17 16,8	+15 47	1841,22	3,693 —	64 20+	1696, 1	
*2161	g Herculis	17 17,5	+37 21	1834,87	3,722+	308 29+	2076, 5	
*2173	.....	17 21,6	— 0 52	1843,74	0,771+	166 6 —	164, 8	1843, 65
2165	Herculis 281.	17 19,4	+29 36	1840,61	6,754	116 45+	3444, 5	
2171	.....	17 20,7	+ 9 50	1837,35	1,594	72 5 —	639, 0	
2192	Herculis 315.	17 33,2	+29 20	1839,11	10,353	87 2 —	1521, 7	
2194	P. XVII. 200.	17 33,9	+24 37	1839,80	16,163	8 10 —	2816, 2	
2199	.....	17 35,0	+55 53	1838,99	1,564	113 17 —	996, 4	
2202	61 Ophiuchi			1832,62	20,342 —	94 6		
2205	.....	17 36,9	+17 49	1839,28	2,496	293 20+	1358, 2	
*2220	u Herculis	17 39,7	+27 50	1837,65	30,072	241 38+	6419	
2224	Herculis 337.	17 40,3	+39 26	1837,86	7,705	350 19 —	1450, 4	
2240	.....	17 45,0	+ 5 18	1838,15	2,930	202 52+	865, 3	
2253	.....	17 50,3	+14 41	1839,58	17,025 —	80 43		
2258	.....	17 52,1	+48 40	1837,51	2,753+	222 48+	1820, 7	
2263	.....	17 53,9	+26 34	1833,39	7,547	161 32 —	5602	
*2264	95 Herculis	17 54 1	+21 35	1833,93	6,038	261 16 —	5905	
2267	.....	17 56,0	+40 11	1839,07	1,484	236 41+	1271, 3	
2268	.....	17 56,1	+25 22	1838,49	18,554+	216 1 —	1694, 2	1839, 64
2276	P. XVII. 362.	17 57,6	+12 2	1836,79	6,675	257 29 —	3981	
*2281	73 Ophiuchi	18 0,8	+ 3 58	1838,81	1,351	257 51 —	2092, 5	
2285	.....	18 1,2	+13 31	1838,99	3,710+	336 40 —	1419	
2284	.....	18 1,2	+65 57	1838,34	3,651	192 30 —	1766, 1	
2289	Herculis 417.	18 2,2	+16 27	1840,11	1,012 —	240 6 —	1240, 9	
2298	.....	18 7,0	+41 22	1839,06	2,487	181 24 —	685, 9	
2303	Scuti Sobiesky 15	18 10,7	— 8 2	1837,15	3,312	219 22+	670, 3	
2315	Herculis 452.	18 18,1	+27 19	1839,80	0,481 —	275 50 —	509, 7	1840, 76
2323	39 Draconis	18 21,5	+58 42	1834,68	3,170	5 45 —	3010	
2342	Tauri Poniatowsky 55	18 27,0	+ 4 48	1837,62	27,507+	11 25 —	4750	
2346	.....	18 28,8	+ 7 23	1836,87	15,878+	284 49+	1275, 7	
2356	.....	18 31,5	+28 34	1838,58	0,934	50 18+	1021, 9	
2375	Tauri Poniat. 75.	18 36,8	+ 5 18	1837,97	2,287	110 11+	1616, 1	
*2382	ϵ Lyrae 2	18 38,6	+39 30	1834,15	3,171	24 47 —	2090, 7	
*2383	5 Lyrae 2	18 38,6	+39 26	1834,19	2,727	155 11 —	1079, 3	
2384	.....	18 38,6	+66 58	1837,36	0,667 —	315 25+	1140, 6	1838, 48
2385	.....	18 38,8	+16 48	1838,15	4,117	39 20+	1666, 4	
*2396	.....	18 40,4	+10 36	1837,24	11,300 —	256 13+	144, 9	1839, 08
2398	.....	18 40,7	+59 21	1835,75	12,700+	135 49+	1324, 6	
2402	.....	18 41,6	+10 30	1838,83	0,696	204 31+	446, 4	
2413	.....	18 44,7	+ 3 9	1837,29	9,913+	200 0+	2576	
*2417	δ Serpentis	18 47,8	+ 3 58	1832,46	21,732	103 53 —	17547	

	Name.	α	δ	T	d	p	J.	
*2420	0 Draconis	18 ^h 48,6	+59°11'	1832,22	30,082+	346°47'—	1657, 7	1831, 61
2424	11 Aquilae	18 50,9	+13 25	1837,76	17,867—	243 9+	1290, 6	1837, 59
2426	.....	18 51,9	+12 41	1839,38	16,656—	259 3—	5514, 4	
2434	P. VIII. 274.	18 53,8	— 0 58	1835,53	25,455	145 50—	1394, 7	
2436	.....	18 53,9	+ 8 31	1835,59	34,343	309 24+	3972	
2437	.....	18 54,3	+18 56	1839,08	0,987—	76 36—	714, 7	
2441	.....	18 55,	+31 11	1837,33	5,186	290 11—	1581, 3	
2451	.....	18 58,8	+51 19	1839,11	2,564	60 55+	943, 5	
2453	.....	18 59,4	+39 53	1838,29	14,967	98 52—	2296, 2	
2455	.....	18 59,5	+21 54	1839,29	4,418—	136 34—	475, 0	
2464	.....	19 1,0	+11 38	1839,83	1,325	24 28+	584, 3	
2484	.....	19 6,7	+18 48	1836,46	2,468	220 21+	800, 4	
2488	.....	19 8,0	+19 47	1838,73	1,529	322 38+	851, 8	
2492	23 Aquilae	19 9,6	+ 0 44	1837,39	3,291—	14 13+	840, 7	
2503	.....	19 13,0	— 7 24	1836,84	2,494	282 36+	1128, 3	
2514	.....	19 16,7	+67 21	1839,43	7,749	283 47+	352, 8	
2534	.....	19 21,3	+36 10	1831,74	6,663	63 13+	2551, 1	
2539	P. XIX. 169.	19 25,2	+27 54	1837,89	5,512	3 16—	1362, 5	
2548	.....	19 29,3	+24 38	1840,24	8,827—	101 10		
2573	.....	19 37,5	+60 5	1837,21	18,051	29 10—	3750	
*2579	δ Cygni	19 39,5	+44 43	1831,51	1,615—	31 28—	497, 8	1837, 27
2580	χ Cygni	19 39,7	+60 5	1836,33	25,834	73 3—	4865	
2599	.....	19 46,2	+22 31	1839,20	3,944	51 31+	1164, 6	
*2603	ε Draconis	19 48,7	+69 49	1830,15	2,775	353 50+	856, 1	
2626	.....	19 57,2	+30 3	1838,53	1,145	123 44+	1477, 6	
2636	.....	20 2,2	— 5 5	1838,87	12,629	203 25+	2569	
2644	P. XX. 26.	20 3,7	+ 0 20	1838,75	3,386	209 54+	1260	
2645	.....	20 4,5	+51 11	1837,90	1,553	139 39+	808, 3	
2656	Aquilae 250.	20 7,0	+ 7 19	1835,93	9,311—	235 8+	1292, 4	1837, 31
2666	.....	20 11,8	+40 12	1837,78	2,777	244 32+	885, 1	
2668	Cygni 176.	20 13,7	+38 52	1839,01	3,176	290 58—	1102, 9	
2673	.....	20 14,6	+12 47	1840,00	2,710	330 30—	1998, 3	
*2681	I. 2. 7. 2.	20 18,0	+52 50	1837,98	6,552	40 15—	1671, 9	
2690	P. XX. 177. 178.	20 22,9	+10 41	1833,34	14,218	256 0—	5232	
2696	.....	20 24,8	+ 4 53	1838,27	0,995	302 40+	859, 4	
2699	.....	20 27,2	—13 17	1838,94	9,990	193 59+	1829, 3	
*2704	β Delphini	20 29,3	+13 59	1838,07	32,876	342 9—	1868, 1	
2706	.....	20 31,9	— 1 43	1836,62	10,906	36 11+	1220, 9	
2716	49 Cygni	20 34,0	+31 40	1835,59	2,739	50 31—	3206, 9	
2725	.....			1834,55	4,110	356 29+	2800	
2731	.....	20 42,5	+39 9	1837,81	3,870	88 43+	1067, 3	
*2737	ε Equulei. II.	20 50,3	+ 3 37	1837,94	10,753	77 55—	10841, 5	
2741	P. XX. 429.	20 52,9	+49 47	1834,27	2,060	35 17—	2251, 6	
*2758	61 Cygni	20 59,0	+37 54	1833,86	15,841+	93 3+	514, 8	1834, 37
2767	.....	21 . . .	+19 16	1836,63	2,538	32 15+	2163	
*2777	δ Equulei	21 6,0	+ 9 18	1832,38	27,294+	39 22—	685, 7	
2784	.....	21 10,6	+73 20	1838,16	14,116	348 19+	2765, 7	
2789	.....	21 14,4	+52 15	1837,66	5,925	116 58+	2864, 7	
2797	.....	21 18,4	+12 58	1836,65	3,223	214 38+	2182, 4	
2799	.....	21 20,5	+10 21	1835,91	1,391	332 53—	666, 6	1835, 81
2804	Pegasi 29.	21 24,9	+19 58	1838,24	2,858	318 9+	1269, 9	
2806	β Cephei	21 26,3	+69 47	1829,91	13,590	250 31—	6057, 1	
2815	.....	21 32,2	+56 48	1838,38	7,540	83 38+	1090, 6	

Nr.	Name.	α	δ	T.	d	p	J.	
*2816	P. XXI. 248. I.	21 ^h 33,4	+56°42'	1837,20	11,876	120°59' +	3998	
	 II.	id.	id.	1837,20	19,966	339 59 —	6048, 6	
2822	μ Cygni	21 36,2	+27 59	1835,88	5,221	114 39 +	3655	
2825	.....	21 37,5	+ 0 6	1838,25	0,989	106 57 +	596, 4	
*2833	.....			1835,59	9,130 +	340 41		
2837	.....	21 45,0	+82 8	1838,63	2,273	316 29 —	494, 8	
2840	Cephei 147.	21 46,0	+55 0	1832,52	19,942	194 24 +	6424, 8	
2845	.....	21 47,5	+62 16	1838,68	2,343 +	170 32 +	1379, 4	
2846	.....	21 47,8	+44 58	1836,67	3,320	268 53 +	669, 0	
2847	.....	21 48,8	— 4 19	1836,36	1,189	298 47 +	371, 2	
2855	.....	21 56,4	— 2 17	1835,36	27,531	296 11 +	4039, 5	
2866	.....	22 0,9	+39 49	1838,45	8,802 —	54 42 +	1798, 8	
2877	P. XXII. 33.	22 5,6	+16 21	1834,08	7,835 +	322 25 +	393, 9	1836, 57
2878	Pegasi 148.	22 5,8	+ 7 5	1839,73	1,343	132 37 +	986, 5	
2880	.....	22 5,9	+58 52	1838,06	4,389	353 0 +	1267, 2	
2894	.....			1832,97	15,299 —			
2895	.....	22 12,6	+24 3	1838,26	5,286 +	11 11 +	573, 0	
*2909	ζ Aquarii	22 19,8	— 0 55	1831,93	3,613	355 25 —	797, 2	
2910	.....	22 20,0	+22 40	1835,96	5,345	346 21 —	2459, 6	
2915	.....	22 23,6	+ 6 28	1835,95	12,663 +	167 23 —	1786, 6	
2919	.....	22 24,8	+20 17	1835,94	14,297	272 20 —	1476, 4	
2924	.....	22 28,3	+69 0	1835,86	0,771	259 13 +	643, 3	
2925	.....	22 29,0	+ 5 0	1836,17	7,478 +	3 42		
2929	.....	22 30,5	+ 9 36	1835,90	1,891	359 55 +	1331, 9	
2934	.....	22 33,5	+20 33	1838,19	1,204	182 21 —	516, 5	
2944	P. XXII 219.	22 38,7	— 5 8	1830,58	4,110	246 40 +	3757	
2958	Pegasi 163.	22 48,0	+10 55	1837,51	3,834	7 51 +	2233, 8	
2976	.....	22 59,0	+ 5 39	1837,72	15,998	179 46 +	1609, 7	
2995	.....	23 7,4	— 2 33	1837,45	4,778 +	28 33 +	1331, 8	
2998	94 Aquarii	23 9,9	—14 24	1836,51	13,682	345 36 +	2723, 5	
3001	0 Cephei	23 11,6	+67 9	1839,55	2,393	178 19 +	713, 9	
3008	XXIII. 69.	23 14,7	— 9 25	1837,54	7,188 —	271 16 —	1143, 8	
3037	.....	23 37,5	+59 30	1838,06	2,467 —	220 28 +	331, 3	
3039	.....	23 38,0	+27 28	1837,70	30,954 +	36 33 —	2825	1829, 24
*3049	σ Cassiopejae	23 50,1	+54 48	1838,66	2,994	324 48 +	1576	
*3050	Andromedae 37.	23 50,7	+22 47	1837,30	3,772	191 50 +	1592, 9	
3093	.....	15 13,6	— 0 54	1838,34	32,976 —	136 26 +	3398, 5	
3111	.....	19 18,0	+21 30	1836,05	2,713 +	118 19 —	1126, 9	1838, 19
3122	.....	9 34,2	+ 9 47	1839,81	13,044	251 39 —	3031, 6	
*3127	δ Herculis	17 7,8	+25 3	1831,38	25,783 —	174 11 +	2335	1833, 78
3130	.....	18 59,5	+44 1	1838,92	2,721	262 45 +	622, 1	
*	β Scorpii	15 56,0	—19 22	1833,25	13,614	25 59 +	16848	
(208)	.....			1845,53	1,350 +	232 34 —	225, 6	
*(208)	φ Ursae maj.	9 41,2	+54 48	1845,67	0, 36 —	193 14 +	109, 5	
(210)	.....	9 52,5	+47 8	1845,75	0,790	272 4 —	169, 4	
(298)	.....	15 30,2	+40 21	1845,33	1,255	183 53 +	158, 9	

Bei folgenden Sternen scheint eine gradlinigte Bewegung angenommen werden zu müssen.

Nr.	Name.	α	δ	T.	
1263		8 ^h 33,7	+42°19'	1836,98	$\Delta\alpha \cdot \cos \delta = + 2'',094 + 0'',2602 \text{ t.}$ $\Delta\delta = + 10'',519 + 0'',6585 \text{ t.}$
1516		11 3,7	+74 25	1836,58	$\Delta\alpha \cdot \cos \delta = - 6'',807 + 0'',3822 \text{ t.}$ $\Delta\delta = + 4'',355 - 0'',0973 \text{ t.}$
1909	44 Bootis	14 58,0	+48 52	1836,70	$\Delta\alpha \cdot \cos \delta = - 2'',745 - 0'',0838 \text{ t.}$ $\Delta\delta = - 1'',870 - 0'',0379 \text{ t.}$
2708		20 32,0	+38 1	1836,85	$\Delta\alpha \cdot \cos \delta = - 2'',522 - 0'',2028 \text{ t.}$ $\Delta\delta = + 12'',050 + 0'',2037 \text{ t.}$

§. 26.

Bemerkungen zu vorstehendem Verzeichniss.

2. Als einfacher Stern dem blossen Auge sichtbar. Das Fernrohr zeigt den grösseren 6^m,3 und blassgelb, den kleineren 6^m,6 und in tieferem Gelb.
60. Die beiden Sterne nähern sich jetzt jährlich um 0'',10. Der grössere gelbe Stern 4^m ist dem blossen Auge gut sichtbar; der kleine 7^m,6 ist purpurfarben. Seit *Herschel's* erster Beobachtung hat er 41 Grade seines scheinbaren Umlaufs vollendet.
73. Zwei schöne goldgelbe Sterne, die sich jetzt langsam von einander entfernen. Grössen 6^m,2 und 6^m,8.
88. Die Sterne 5^m und weiss; schon bei einer 15maligen Vergrösserung deutlich doppelt.
93. Schon *Herschel* erkannte den Polarstern als doppelt. Der Begleiter, obgleich nur 9. Grösse, ist dennoch von *Struve*, *Wrangel*, *Encke* und mir am hellen Tage gesehen worden. Nur die Ruhe dieses Sterns (seine tägliche Bewegung ist fast 40mal langsamer als die eines Sterns im Aequator) scheint dies zu erklären. Die Umlaufsbewegung des Begleiters ist zwar sehr langsam, scheint aber dennoch sicher. Durch die Eigenbewegung des Hauptsterns lässt sie sich nicht erklären: wollte man annehmen, dass der kleine Stern sich in Ruhe befände, so würde die Richtungsver-

änderung sich im entgegengesetzten Sinne zeigen müssen. Da wir einen genäherten Werth für die Parallaxe des Polaris besitzen ($0'',076$ nach *Peters*), so lässt sich aus der wahrgenommenen Bewegung auch ein solcher für seine Masse ableiten ($\frac{2}{5}$ der Sonnenmasse). Der Hauptstern ist gelb; der Begleiter weiss.

100. Das bei ψ' Piscium Gesagte gilt auch hier; nur ist der Hauptstern noch etwas heller ($4^m,2$).

117. Dreifach. Da aber *Herschel I.* und *II.*, und *South* den schwächeren Stern einfach erblickten und erst *Struve* 1827 statt dessen zwei nur $3'',0$ von einander entfernte Sterne fand, so kann eine Bewegung bis jetzt nur für das Mittel aus diesen beiden nachgewiesen werden, nicht für jeden insbesondere. Der 4^m helle Hauptstern ist roth.

125. Die Veränderung der Distanz dieses schwachen Begleiters ist verhältnissmässig beträchtlich, nämlich $0'',16$ jährlich.

138. Beide etwas gelbliche Sterne von gleicher oder sehr nahe kommender Grösse ($7^m,3$).

142. Die Abnahme der Distanz beträchtlich, $0'',22$ jährlich.

162. In diesem dreifachen System von sehr weissen Sternen ($7^m,0$; $7^m,5$; $9^m,3$) lässt sich nur erst für den helleren und näheren Begleiter eine Bewegung nachweisen, und auch dies nur dadurch, dass sämtliche 7 Beobachtungen ungewöhnlich genau zu sein scheinen.

175. Die Distanz nimmt jährlich um $0'',096$ zu.

202. Der Hauptstern im Bilde der Fische. Beide Sterne ausgezeichnet hell: der grössere $2^m,8$ und grünlich, der kleinere $3^m,9$ und blau. Gleichwohl ist die Bewegung sehr langsam.

205. Prachtvoller dreifacher Stern. Der Hauptstern $3^m,0$ und goldgelb; die beiden nur $0'',42$ von einander entfernten Begleiter bläulich-violett. Erst im J. 1842 erkannte *O. Struve*, dass der Nebenster selbst doppelt sei. Die angegebene

Bewegung lässt sich der ungemeinen Langsamkeit wegen nicht völlig verbürgen.

228. Weisses Sternenpaar von rascher Umlaufsbewegung.

262. Dreifach, und beide Begleiter ihrer Bewegung nach erkannt, die sich als eine entgegengesetzte zeigt. Auch hier der Hauptstern röthlich, die Begleiter blau.

263. 264. Zwei schwache Doppelsternpaare, aber einander so nahe stehend, dass sie zusammen als vierfacher Stern betrachtet werden können, da die beiden Hauptsterne um $38'',82$ von einander entfernt sind.

296. Ungewöhnlicher Unterschied des Glanzes beider Sterne (4^m und 10^m). Die Bewegung langsam.

299. Die Sterne $3^m,0$ und $6^m,8$; gelblich und aschfarben.

311. Dreifach. Ein heller mattgelber Hauptstern mit zwei schwachen Begleitern. Nur von dem näheren und ziemlich deutlichen lässt sich eine Bewegung jetzt schon angeben.

333. Der Glanz der Sterne scheint veränderlich; denn während einige Sternkarten ihn 7^m bis 8^m setzen, findet *Struve* ihn 1827 $6^m,5$, und 1832 $4^m,5$. Mir erschien er fast immer 5^m , und der Begleiter fast eben so hell. Die Distanz nimmt langsam zu. Vor 20 Jahren nannte ihn *Struve* den schwierigsten aller Doppelsterne; jetzt kennt man über 400 von geringerer Distanz, und die meisten derselben weit schwieriger.

412. Ungemein schwierig, und jetzt nicht mehr eigentlich trennbar. Die Distanz hat seit 20 Jahren von $0'',75$ auf $0'',44$ abgenommen. Ein Unterschied der Sterne ist kaum wahrzunehmen. — Das System scheint dreifach zu sein; ein schwächerer Begleiter steht $22'',4$ vom Hauptstern ab, zeigt aber noch keine Veränderung.

461. Einer der wenigen Fälle, wo sich die Veränderung nur in der Distanz nachweisen lässt, nicht auch im Richtungswinkel. Sie ist übrigens nur gering, jährlich $0'',022$.

554. In Fällen wie bei diesem Sterne sind die Beobachtungen sehr schwierig. Ein Stern 9^m dicht neben einem hoch-

rothen 6^m. Die Abnahme der Distanz sehr gering und wenig sicher.

566. Ein ähnlicher Fall, doch weniger schwierig, da man die Dämmerung zur Messung benutzen kann. Die Sterne sind 5^m und 7^m,4; gelb und bläulich.

613. Es sind nur wenig Beobachtungen dieses dreifachen Sterns vorhanden. Bei beiden scheint die Distanz sich stark zu vermindern.

634. Die Distanz nimmt sehr stark, jährlich um 0'',33, ab, so dass er seit *Herschel I.* aus der V. Klasse in die IV. gerückt ist. Die Sterne sind 4^m,5 und 7^m,9; gelblich und weiss; und schon eine 12malige Vergrösserung bei günstiger Luft reicht hin, ihn doppelt zu sehen.

653. Die Bewegung noch unsicher, da die neuern Beobachtungen nur schwer mit der *Herschelschen* vereinbar sind. Der Stern ist eigentlich dreifach: denn der 5^m,0 helle grünliche Hauptstern hat neben seinem 7^m,2 hellen bläulichen egleiter noch einen schwer sichtbaren in 12'',6 Entfernung.

774. Der Hauptstern 2^m und roth, der Nebenster 5^m,7 und röthlich-olivengrün; ein schöner, am Tage bequem messbarer Doppelstern. In den Veränderungen des Richtungswinkels scheint sich eine periodische Ab- und Zunahme zu verrathen, worüber künftige Beobachtungen entscheiden müssen. — Orion ist reich an Doppel- und vielfachen Sternen, aber nur wenige verrathen eine stets sehr geringe Aenderung des Positionswinkels und keiner eine der Distanz.

919. Drei helle sehr weisse Sterne, deren Stellung nicht erheblich von einer graden Linie abweicht. Die schwache Aenderung im Positionswinkel bietet nur geringe Sicherheit. Ueberhaupt muss der Stern auf südlicher gelegenen Warten beobachtet werden, wenn man möglichst genaue Bestimmungen haben will.

946. 948. 963. Hier stehen drei beträchtlich helle Doppelsterne in fast grader Linie nahe bei einander; und in allen

zeigt sich Bewegung. — 946 ist ein 7^m heller Hauptstern und ein 9^m heller blauer, wahrscheinlich veränderlicher Nebenstern; sie rücken jährlich um 0'',02 einander näher.

3 948 ist dreifach, und zwar eines der schönsten Ternärsysteme. Die beiden hellern einander näher stehenden 5^m,2 und 6^m,1 grünlich; der dritte 7^m,4 und bläulich. Die Winkelgeschwindigkeiten, mit den Distanzen verglichen, folgen in aller Strenge der 2ten *Keplerschen* Regel, die natürlich nur bei drei- und mehrfachen Sternen, wo die Bewegung an mehr als einem Begleiter wahrgenommen wird, geprüft werden kann.

963. Die Sterne goldgelb und purpurfarben, 6^m und 7^m. Die beiden vorhin genannten stehen so nahe, dass man die Farben leicht vergleichen und sich von der grossen Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit derselben überzeugen kann.

982. Auch hier ein röthlicher Stern 5^m,4 und ein bläulicher 7^m,7. Die schwache Zunahme der Distanz (0'',34 jährlich) ist noch etwas zweifelhaft.

1066. Der 3^m helle Hauptstern gelblich, der Nebenstern 8^m,2 und bleich-purpurfarben. Der starke Unterschied des Glanzes wie der Farbe macht die Messungen schwierig; sie gelingen am besten im Dämmerlicht.

1074. 1104. Zwei weisse Sternenpaare von mässiger Helligkeit, aber auffallend rascher Bewegung. Das erstere ist der geringen Distanz wegen schwierig zu beobachten.

1119. Die Abnahme der Distanz 0'',026 jährlich.

1136. Die Distanz nimmt jährlich um 0'',078 ab und ist merklicher als die gleichzeitig stattfindende Aenderung des Positionswinkels.

1142. Für eine so bedeutende Distanz muss die Bewegung als rasch bezeichnet werden.

1216. Die Sterne 7^m,5 und 8^m,2; beide weiss. Die Aenderung im Positionswinkel ist eine so rasche, dass vielleicht noch

in diesem Jahrhundert eine Ableitung der Bahnelemente möglich sein wird.

1224. Bei diesem leicht zu beobachtenden (6^m und 7^m hellen) Doppelstern verträgt sich *Herschel's I.* Bestimmung in keiner Weise mit den spätern, die eine langsame direkte Bewegung erfordern.

1273. Die Sterne 4^m und 8^m in gelber und blauer Farbe. Am besten in der Dämmerung zu beobachten.

1306. Nur im Hauptstern (5^m) ein schwacher grüner Schimmer. — Die Abnahme der Distanz nicht erheblich.

1334. Die beiden Sterne grün (4^m) und blau ($6^m, 7$). — Sehr langsame Veränderung.

1348. 1351. Bei beiden Sternen ist die Distanz im Zunehmen, im ersten langsam, im zweiten rascher; aber eine Veränderung des Richtungswinkels zeigt sich nicht.

1424. Prachtvoller Doppelstern. Ein goldfarbener ($2^m, 0$) mit einem rothgrünen $3^m, 5$ verbunden. Die grosse Helligkeit beider Sterne bewirkt, dass man nur hoch am Tage gute Beobachtungen erhalten kann. Die Zunahme der Distanzen beträgt nur $0'', 016$, und hätte gar nicht mit Sicherheit abgeleitet werden können, wenn nicht so zahlreiche Beobachtungen vorhanden gewesen wären. **

1457. Für Sterne von so mässiger Helligkeit ($7^m, 5$ und $8^m, 4$) ist die Bewegung sehr rasch zu nennen.

1536. Die Sterne $3^m, 9$ und $7^m, 1$; für nicht sehr starke Fernröhre etwas schwierig, wegen der Nähe beider Sterne und des bedeutenden Unterschiedes an Glanz und Farbe. Die jährliche Zunahme der Distanz nur $0'', 015$; bedeutender erscheint die Winkeländerung. — In dem sonst nicht sternreichen Bilde des Löwen sind gleichwohl hellere und schönfarbige Doppelsterne nicht selten; allein die Bewegung ist nur bei den drei zuletzt angeführten etwas erheblicher; bei den übrigen sehr langsam oder gar nicht wahrzunehmen.

3 1687. Dieser dreifache Stern (5^m roth, 8^m blau, 9^m weiss) galt früher nur für doppelt, da der kleine blaue Stern dem grösseren sehr nahe steht und übersehen wurde. *Struve* fand ihn 1828 zuerst im Refraktor, und er zeigt eine rasche Winkelbewegung; während die des entfernteren Begleiters nur wenig sicher ist.

Das kleine Sternbild Coma Berenices ist nicht arm an Doppelsternen, doch sind die meisten nur schwache teleskopische.

1724. Der Hauptstern 4^m , aber der Begleiter nur 9^m . Schwache, noch wenig verbürgte Bewegung.

1744. Der bekannte schöne Doppelstern im grossen Bären. Die beiden Sterne 2^m und $4^m,2$ mattgrün. Die Winkelbewegung zwar sehr langsam, doch jetzt wohl ausser Zweifel. — Ein anderer Stern $4^m,5$ steht 11 Minuten (die 48fache Entfernung des Doppelsterns) von ihm entfernt und kann noch mit blossen Augen unterschieden werden.

1757. Rasche Bewegung bei sehr geringer Helligkeit.

1768. Die Distanz scheint bis 1832 hin zu- und seitdem wieder abgenommen zu haben; jetzt macht seine Messung schon grosse Schwierigkeit. Die einzelnen Sterne $5^m,7$ weiss und $7^m,6$ blau.

1821. Die Sterne 5^m und $7^m,2$; grün und blau, allein beide Farben sehr schwach. Langsame Bewegung. Bootes ist reich an glänzenden und schönfarbigen Doppelsternen und mehrere derselben zeigen merkliche Veränderungen; namentlich die beiden folgenden.

1877. Die Farben (Roth und Blau) ungemein bestimmt und stark; die Sterne $3^m,0$ und $6^m,2$. Leicht zu sehen, auch am hellen Tage, aber etwas schwierig zu messen; in den Beobachtungen, namentlich den frühern, kommen zum Theil sehr sonderbare Abweichungen vor.

1888. Die beiden Sterne orange und purpurroth; Grösse $4^m,7$ und $6^m,6$. Die Bewegung ist bedeutend; aber über die

Bahn kann noch nichts bestimmt werden, da *Herschel's* Beobachtungen mit den neuern nicht vereinbar sind, wenigstens nicht in ihrer Gesamtheit.

1954. Die neuern Beobachtungen dieses hellen Sterns (3^m und 4^m) geben eine langsame Bewegung; *Herschel's I.* dagegen mit den neuern verglichen, eine wohl zehnmal schnellere. Dies wäre nur erklärlich bei einer sehr starken Zunahme der Distanz, wovon sich aber keine Spur zeigt. Möglich, dass sich in den alten Beobachtungen noch Reduktionsfehler finden.

1965. Die Sterne hell (4^m und 5^m) und etwas grünlich. Eine Bewegung, aber eine sehr langsame, scheint nicht bezweifelt werden zu können.

2021. Zwei weisse an Glanz sich kaum unterscheidende Sterne ($6^m,8$ und $6^m,9$). Die Distanz nimmt jährlich um $0'',011$ zu, und die Geschwindigkeit der Bewegung demgemäss ab.

2107. Die Distanz nimmt sehr langsam ab; die Winkelbewegung ist dagegen rasch. Nur sehr matte Farben.

2120. Der Hauptstern roth; der ziemlich schwache ($9^m,2$) Nebensterntiefblau. Eine kurze Umlaufszeit ist sehr wahrscheinlich, und finden sich *W. Herschelsche* Beobachtungen, so würde eine Bahnberechnung wahrscheinlich schon jetzt möglich sein. Aber er ist 1829 im Juli von *Struve* zuerst gemessen worden, und mit nur 19jährigen Beobachtungen reichen wir bei keinem einzigen Doppelsterne aus.

2130. Zwei weisse Sterne von 5^m Helligkeit, an Glanz nur sehr wenig verschieden. Die geringe Abnahme der Distanz von $0'',012$ jährlich hat gleichwohl hingereicht, den Stern aus *Herschel's* zweiter Klasse in die erste zu setzen. Er ist leicht zu beobachten, selbst am Tage bei nicht zu hohem Stande der Sonne.

2161. Beide Sterne (4^m und 5^m) grün, doch ist die Farbe im Hauptstern schwieriger als im Begleiter zu erkennen. In

beiden Coordinaten langsame Bewegung; die Distanz nimmt jährlich $0'',013$ zu.

2173. Zwei goldgelbe an Glanz nicht viel verschiedene Sterne, $5^m,8$ und $6^m,1$. *Struve* fand 1829—1832 den Begleiter nur $0'',6$ entfernt und nördlich vorangehend; 1836 war keine Duplicität zu erkennen; ich fand ihn 1841 in $0'',5$ Distanz südlich folgend, und diese Distanz nimmt jährlich $0'',08$ zu. Hieraus folgt eine Bahn, deren Ebene nahezu durch unser Sonnensystem geht, und in welcher er 1836,6 nur $0'',18$ vom Hauptstern entfernt war, also natürlich nicht gesehen werden konnte — ein sehr beachtenswerther Fall.

In dieser Gegend beginnt allmählich der grosse Sternreichthum der Milchstrassenzone, und auch Doppelsterne finden sich hier in bedeutender Zahl; doch sind verhältnissmässig nur wenig hellere unter ihnen. Von diesen letztern gehören namentlich hierher die folgenden fünf:

2220. Der Hauptstern $3^m,8$; der Nebensterne $9^m,5$; möglicherweise bloß optisch mit ihm verbunden. Aus der sehr langsamen Bewegung lässt sich noch wenig schliessen.

2264. Beide Sterne 5^m und wenig verschieden. Der hellere grünlich-roth, der schwächere orange. Sehr langsame Bewegung wie bei dem vorigen.

2281. Helligkeit $5^m,7$ und $7^m,2$, ungefärbt. Langsame, aber nicht mehr zweifelhafte Bewegung.

2382.) Zwei schöne Sternenpaare, nur $3\frac{1}{2}$ Bogenminuten von
2383.) einander entfernt. Das nördliche Sternenpaar $4^m,6$ und $6^m,3$ grün und blau schimmernd; das südliche $4^m,9$ und $5^m,2$ von etwas veränderlichem gegenseitigem Grössenunterschiede, und beide weiss. Die Verbindung zu einem Attraktions-systeme ist nicht allein für jedes einzelne Paar besonders, sondern auch für beide zusammen genommen nachweisbar.

2396. Eine für Doppelsterne, zumal für so schwache ($7^m,7$ und $11^m,2$) beispiellos rasche Bewegung, jährlich $0'',455$ im Bogen des grössten Kreises. Hier ist eine bloß optische Verbindung wahrscheinlicher.

2417. Die Sterne $4^m,0$ und $4^m,2$; der hellere mehr weiss, der schwächere mehr gelb. Sehr bequem sichtbar und messbar. Aber die angegebene Bewegung ist die unsicherste von allen, die in obiger Tafel vorkommen: *Bradley's* Meridianbeobachtung allein stützt sie, und die neuern zahlreichen Beobachtungen verrathen in 28 Jahren nichts davon.
2420. Der Hauptstern schön roth $4^m,6$; der Nebenster $7^m,6$ und aschfarbig. Die Distanz nimmt jährlich um $0'',066$ zu und die Winkelbewegung ist für einen so grossen Abstand ziemlich bedeutend. — Für 2424 gilt Aehnliches, nur dass hier die Distanz um $0'',116$ jährlich abnimmt.
2579. Einer der schwierigsten Doppelsterne. Am Tage ist der Begleiter ($8^m,0$ und aschfarbig) zu schwach, bei Nacht der Hauptstern ($3^m,0$ und grünlich) zu hell und der Nebenster verbirgt sich in seinen Strahlen. Da die Distanz jährlich $0'',038$ abnimmt, so wird natürlich die Schwierigkeit immer grösser. In den Jahren 1846 und 47 gelang es mir nur während des Sonnen-Auf- oder Untergangs, den Stern zu messen, und zwar erhielt ich im letzten Jahre schon keine Distanzen mehr. Seit *Herschel's* erster Messung, September 1783, hat der Begleiter schon 53° seiner scheinbaren Bahn zurückgelegt.
2603. Die Sterne $4^m,0$ und $7^m,6$, mit den in solchen Fällen gewöhnlichen Farben Gelb und Blau. — Die Messungen schon etwas schwierig.
2681. Eigentlich vierfach, oder genauer gesprochen, zwei Doppelsternpaare, deren Hauptsterne $42''$ von einander entfernt sind. Eine Bewegung ist nur in dem $10^m,8$ hellen Begleiter des ersten Hauptsterns, der $7^m,3$ und weiss erscheint, wahrgenommen worden.
2704. Ungewöhnlicher Unterschied des Glanzes $3^m,0$ (grün) und 11^m . Die Bewegung scheint gewiss, weniger gewiss aber ihre Natur, ob sie nämlich wirklich einer Bahnbewegung des Begleiters zuzuschreiben sei.

2758. Der uns am genauesten bekannte Fixstern. Mit grösserer Annäherung als irgendwo sonst kennen wir seine Parallaxe ($0'',3483$) und Masse ($0,3551$ für die Summe beider Sterne) binnen wenigen Decennien wird auch ein Versuch der Bahnberechnung, und zwar in wirklichen, nicht bloss scheinbaren Maassen, gemacht werden können. Vorläufig genüge, dass der kleinere goldgelbe von dem grösseren, ähnlich aber etwas matter gefärbten Sterne etwa 48 Erdbahnhalbmesser oder 1000 Millionen Meilen entfernt und eine vom Kreise wahrscheinlich nicht sehr abweichende Bahn in 5—6 Jahrhunderten beschreibt. Die Geschwindigkeit in der Bahn beträgt jährlich etwa 12 Millionen Meilen und ist 11mal langsamer als die Bewegung unsrer Erde um die Sonne.

2737. Dreifacher Stern. Der nähere Begleiter, 1835 nur $0'',35$ entfernt, ist allmählich zu einer Distanz von $0'',6$ fortgeschritten; im Winkel hat noch keine Veränderung wahrgenommen werden können. Bei dem entfernteren in der Tafel aufgeführten scheint dies der Fall zu sein: allein eine so langsame Bewegung wird noch einer künftigen Bestätigung bedürfen.

2777. Der rothe Hauptstern 4^m hat einen sich immer weiter (jährlich $0'',187$) von ihm entfernenden Begleiter $10^m,2$. *Struve* hält ihn für optisch doppelt, wobei aber ein Fehler in *Herschel's* Positionswinkel von 11° angenommen werden muss, damit eine gradlinigte Bewegung herauskomme, die die neuern Beobachtungen mit hinreichender Annäherung darstellen. Die Entscheidung ist vielleicht schon nach 10—15 Jahren möglich.

2816. Drei schwache Sterne, und die angegebenen Bewegungen noch etwas ungewiss.

2833. Die Sterne $7^m,2$ und 10^m . Ausser einer Zunahme der Distanz von jährlich $0'',051$ ist noch keine Veränderung bemerkt worden.

2909. Beträchtlich hell, grünlich und so wenig an Glanz verschieden, dass die Entscheidung nicht ohne Schwierigkeit ist. Die Sterne $4^m,0$ und $4^m,1$ grünlich. Seit *Herschel I.* sind 29° der scheinbaren Bahn zurückgelegt, und zwar ohne Distanz-Aenderung.

3049. Die Sterne $5^m,4$ grün und $7^m,5$ schön blau. Mit der angegebenen langsamen Bewegung stimmen zwar *Herschel's I.* Beobachtungen nicht, da sie jedoch unter sich selbst noch viel weniger stimmen, so habe ich mich nur an die Dorpater Beobachtungen gehalten.

3050. Bei diesen 6^m hellen, gelblichen Sternen sind erst seit 1832 Beobachtungen vorhanden.

3127. Ein grüner 3^m heller, mit einem Begleiter von 8^m verbunden, der sich ihm jährlich um $0'',172$ nähert. *Herschel's I.* Positionsbestimmung ($162^\circ 28'$) scheint fehlerhaft zu sein.

β Scorpii. Nicht im Dorpater Katalog enthalten, da er weit ausserhalb der Grenze von *Struve's* Untersuchung steht. Die hier gegebene Bestimmung dieses hellen (2^m und 3^m) Doppelsterns gründet sich auf die frühern der beiden *Herschel*, eine Berliner Messung von mir und 5 im J. 1846 von *Mitchel* in Cincinnati angestellten. In Dorpat, wo er schon zu tief steht, versuchte ich gleichwohl an zwei ausgezeichnet heitern und ruhigen Abenden des für astronomische Beobachtungen beispiellos günstigen Jahres 1845 Messungen, die mit den übrigen sehr gut harmoniren.

(208). Dieser und die andern durch eine in () eingeschlossene Zahl bezeichneten Doppelsterne sind nicht dem Dorpater, sondern dem Pulkowaer Katalog von 1842 entnommen. Bei ihnen standen mir ausschliesslich eigne Beobachtungen, die höchstens 5 Jahre umfassen, zu Gebot. (208) ist der $4^m,5$ helle Stern φ Ursae majoris. Er hat jetzt eine so geringe Distanz, dass die Versuche, seine Richtung zu bestimmen, schon häufig misslingen. — Der Stern scheint 1842 oder kurz

vorher im Maximum seiner stets äusserst kleinen Distanz gestanden zu haben, da er 1826 nicht doppelt erkannt ward.

1263. } Bei diesen Sternen lässt sich die (sehr beträchtliche)
1516. } Bewegung des Begleiters durch eine grade Linie befrie-
1909. } digend darstellen. Für 1263 beträgt ihre Länge (seit
2708. } der ersten Beobachtung) 13 Sekunden; bei 1516 gegen
25 Sekunden. 1909 ist ein schöner Doppelstern, bei welchem um 1808 herum eine fast centrale Bedeckung des einen durch den anderen stattgefunden haben muss. Er steht jetzt fast genau auf der entgegengesetzten Seite als der, wo *Herschel I.* ihn 1781 sah. — Bei 2708 beträgt die Aenderung seit 1823 etwa 6 Sekunden. Diese Sterne sind entweder blos optisch doppelt, oder man muss annehmen, dass die Ebene der Bahn des Begleiters zunahe durch das Sonnensystem geht.

Noch einige besondere Fälle.

452. Atlas Plejadum. Diesen Stern sah *Struve* 1827 im Februar doppelt und maass:

1827,16. $0'',79$. $107^{\circ} 30'$. $5^m 8^m$.

Im Katalog von 1826 ist er als länglicht notirt. Ebenfalls länglicht erschien er März 1830:

1830,25. $0'',35$. $29^{\circ} 2'$. $5 . 6 ,5$.

Später hat weder *Struve*, noch ein anderer Astronom je wieder die geringste Spur eines Begleiters gefunden. Ich sah den Stern in den J. 1840—47 nie anders als völlig rund und einfach.

1728. 42 Comae Berenices.

Struve hat von 1827 bis 1838 sechs Beobachtungen, wo die Duplicität als sicher angegeben ist. Abstand von $0'',64$ bis $0'',35$ abnehmend; Richtung zwischen $9^{\circ} 30'$ und $11^{\circ} 30'$ Einmal 1833 erschien er einfach und 1834,43 länglicht. — Zwischen 1841 und 46 konnte ich nie der Duplicität völlig gewiss werden. Einigermassen wahrscheinlich sind die Bestimmungen:

1843, 45 $190^{\circ} 39'$ länglicht.

1846,39 $214^{\circ} 37'$ länglicht.

Ganz kürzlich, Mai und Juni 1847, fand ich endlich an 8 Abenden übereinstimmend an der Südseite des Hauptsterns ein schwaches Pünktchen anstehend, doch nur bei Tagbeobachtungen und kurz vor Sonnenuntergang. Im Mittel:

1847,41 : $0'',21$ $199^{\circ} 30'$.

Hiernach scheint der Stern mehrere Jahre hindurch von seinem Hauptstern bedeckt gewesen zu sein, und die Ebene seiner Bahn fast mit unsrer Gesichtslinie zusammenzufallen.

1967. γ Coronae.

Ein ähnlicher Fall. Von 1826 bis 1833 die Position etwa 110° und die Distanz von $0'',82$ bis $0'',40$ abnehmend. Dann einfach, oder doch sehr ungewiss länglicht. Seit 1842 sehe ich ihn wieder doppelt, aber ungemein schwierig. Der purpurfarbene Begleiter bildete fast nur eine Art von Spitze des grünlichen Hauptsterns. Allmählich hat sich die Distanz wieder bis zu $0'',5$ gehoben und in günstigen Momenten erscheint der Nebensterntrennt. Die Position fand ich 1842 in 272° , (1847 in 296° . Also fast ganz die entgegengesetzte Richtung, mit 1826 verglichen.

§. 27.

Doppelsterne, deren Bahnelemente sich berechnen lassen.

Bis jetzt nur wenige Fälle. Vier Doppelsterne finden sich, welche seit der ersten Messung bereits einen vollen Umlauf und darüber zurückgelegt haben; bei einigen andern fehlt nur noch ein geringer Theil der Bahn. Wo dies nicht der Fall ist, kann die Berechnung nur für eine noch rohe Annäherung gelten. Die nähern Erläuterungen, so wie die einzelnen Beobachtungen nebst den übrig bleibenden Abweichungen, können hier nicht gegeben werden; sie finden sich in dem oben mehrfach erwähnten Werke Thl. I. p. 225—275.

Nr.	Name.	Umlaufs- zeit. J.	Aufst.- Knoten.	Neigung.	Perihel vom Knoten.	Excen- tricität.	Zeit des Perihels.	Halbe grosse Axe.	
1523	ξ Ursae maj.	61,30	96°22'	50°55'	132°29'	0,4037	1817,10	2'',295	R.
1110	Castor	519,77	10 46	41 47	16 2	0,2194	1688,28	5,692	R.
3062	Anonyma	146,83	77 21	38 36	42 10	0,6239	1834,01	0,998	D.
2032	σ Coronae	478,04	0 29	38 56	96 44	0,6421	1829,44	3,900	D.
1937	η Coronae	42,50	20 6	59 28	215 10	0,2891	1807,21	0,902	D.
3-1196	ζ Cancri	58,27	33 34	24 0	133 1	0,4438	1816,69	0,892	R.
1356	ω Leonis	117,58	159 51	50 38	120 27	0,6256	1843,41	0,550	D.
3-1938	P. XV. 74.	146,65	94 44	49 27	87 8	0,8539	1851,57	1,320	R.
2262	τ Ophiuchi	87,04	55 5	51 47	145 40	0,0375	1840,07	0,818	D.
3-1998	ξ Librae	105,52	4 45	70 13	—	—	1832,61	1,289	D.
2055	λ Ophiuchi	89,01	32 42	49 25	126 4	0,4530	1790,31	0,842	D.
2084	ζ Herculis	30,22	19 25	44 5	276 39	0,4320	1830,42	1,208	R.
2272	p Ophiuchi	92	128	57 12	150	0,4784	1810,3	4,8	R.
1037	Anonyma	15,0	156 58	68 17	273 27	0,6316	1827,72	0,182	D.
1670	γ Virginis	169,44	62 9	25 25	79 4	0,8806	1836,28	3,863	R.

Anmerkungen.

1523. Unter allen Bahnen die am genauesten bestimmte, und zugleich die sicherste Gewähr für die Gültigkeit des *Newtonschen* Attraktionsgesetzes in diesen Systemen. Die Beobachtungen umfassen 66 Jahre.

1110. Obgleich die Beobachtungen 128 Jahre umfassen, so ist doch die Bestimmung noch wenig sicher, und man wird wohl erst im künftigen Jahrhundert zu einer erheblich schärferen Bestimmung gelangen.

3062. Seit 65 Jahren durch 263 Grade seines scheinbaren Umlaufs verfolgt.

2032. 66 Jahre der Beobachtungen sind ein zu geringer Theil der Bahn, und so gewähren die Elemente noch sehr wenig Sicherheit. Doch dürfte die Zeit des Perihels ziemlich genau sein. Der Stern hat nahezu die Hälfte seines scheinbaren Umlaufs zurückgelegt.

1937. Es können schon reichlich $1\frac{1}{2}$ Umlauf verfolgt werden, denn die erste Beobachtung datirt 1781 September. Der Stern wird um 1853 herum sehr schwierig zu beobachten sein.

1196. Dreifacher Stern. Die angegebene Bahn gilt für den näheren Begleiter, den *Herschel I.* zuerst beobachtete.

- Der entferntere bedarf etwa 5—6 Jahrhunderte zu seinem Umlauf.
1356. Sehr schwierig zu beobachten, wenn er nicht wie zu *Herschel's I.* Zeit in der Nähe seines Apheliums steht.
1938. Beide Sterne, die jetzt schon schwierig zu trennen sind, haben noch eine gemeinschaftliche Bewegung um einen 4^m hellen, etwa 3' entfernten, Stern (μ Bootis), deren Periode aber auf Zehntausende von Jahren anzunehmen ist.
2262. Die Bestimmung noch wenig sicher. Eine Kreisbahn statt der hier gegebenen schwach elliptischen hätte den Beobachtungen etwa eben so gut entsprochen. Er steht eigentlich schon zu südlich für Nordeuropas Sternwarten.
1998. Dreifaches System. Der entferntere Begleiter bedarf über ein Jahrtausend zum Umlaufe; auch ist er viel lichtschwächer als die beiden einander näheren Sterne. — Auch ist die hier gegebene Kreisbahn ein blosser Versuch, und die genauern Resultate müssen auf südlicher gelegenen Sternwarten ermittelt werden. — Der oben §. 25 aufgeführte Doppelstern 1999 steht nur etwa 4 Minuten südlich von ξ Librae.
2055. Zwei schöne helle am Tage zu beobachtende Sterne. Sie sind jetzt der grösseren Distanz wegen leichter als zu *Herschel's* Zeit zu beobachten und werden sich in den nächsten Decennien wieder einander nähern.
2084. Dieser Stern hat den Beobachtern grosse Schwierigkeiten gemacht, und die hier gegebene Bahn vereinigt nur die neuern, nicht auch die von *Herschel I.* herrührende Bestimmung. Gegenwärtig ist er nicht sehr schwierig, vorausgesetzt dass man die Messungen am Tage oder doch in hellster Dämmerung anstelle; ein Gelingen in voller Nacht halte ich geradezu für unmöglich.
2272. Ein wahres experimentum crucis für die Berechner. Die *Herschelschen* Beobachtungen von 1779, 1781, 1802 und 1804 stimmen vortrefflich mit den von 1825 bis 1847 sehr zahlreich angestellten, aber unmöglich ist es, die von

1818 bis 1823 gemachten damit zu vereinigen. Selbst wenn man von *Herschel I.* ganz absehen wollte, kommt keine Uebereinstimmung mit den spätern Daten heraus. — Vielleicht findet eine doppelte Bewegung statt und das System ist ein mehrfaches. Die oben angegebenen ohngefähren Resultate sind unter Ausschluss der dissentirenden Beobachtungen von 1818—23 erhalten.

1037. Die Existenz dieser Bahn ist noch hypothetisch und nichts als ein Versuch, die eigenthümlichen Abweichungen in der Bewegung des Doppelsterns dadurch zu erklären, dass angenommen wird, einer der beiden Sterne beschreibe neben seiner Hauptbewegung noch eine besondere um einen etwa $0'',18$ entfernten Punkt, in welchem jedoch kein uns sichtbarer Stern steht.

1670. Die Bahn weicht bedeutend von derjenigen ab, welche ich in der früheren Auflage dieses Werks gegeben. *Herschel II.* hat nämlich entdeckt, dass die älteste, von *Bradley* 1718 angestellte Beobachtung um 10° vermindert werden müsse und die frühere Angabe auf einer falschen Reduktion beruhe. Gegenwärtig stimmt Alles vortrefflich. Die Excentricität ist die stärkste von allen bisher bei Doppelsternen wahrgenommenen.

Nehmen wir die in §. 25 — 27 angegebenen Umlaufzeiten in soweit als reelle an, dass wir die durchschnittlichen Werthe derselben den wirklich stattfindenden gleichsetzen, so ergeben sich:

unter 100	Jahre	8 Binarsysteme.
» 100—200	» 14	»
» 200—300	» 5	»
» 300—400	» 13	»
» 400—500	» 11	»
» 500—600	» 20	»
» 600—700	» 19	»
» 700—800	» 17	»
» 800—900	» 18	»

unter 900—1000 Jahre 17 Binarsysteme.

142

» 1000—1100	» 21	»
» 1100—1200	» 20	»
» 1200—1300	» 16	»
» 1300—1400	» 35	»
» 1400—1500	» 18	»
» 1500—1600	» 13	»
» 1600—1700	» 14	»
» 1700—1800	» 12	»
» 1800—1900	» 12	»
» 1900—2000	» 8	»

169

» 2000—2100	» 5	»
» 2100—2200	» 5	»
» 2200—2300	» 10	»
» 2300—2400	» 4	»
» 2400—2500	» 3	»
» 2500—2600	» 7	»
» 2600—2700	» 4	»
» 2700—2800	» 4	»
» 2800—2900	» 9	»
» 2900—3000	» 2	»

53

unter 3000 — 4000	» 40	»
» 4000 — 5000	» 23	»
» 5000 — 6000	» 18	»
» 6000 — 7000	» 7	»
» 7000 — 8000	» 6	»
» 8000 — 10000	» 4	»
über 10000	» 5	»

so dass 1400 Jahre als einstweilige Mittelzahl für die Umlaufzeiten bei Doppelsternen angesehen werden können,

§. 28.

Noch keiner der Doppelsterne in weiterem Sinne, von 32'' bis 7' Distanz, welche *Struve* untersucht hat, und von denen die meisten auch schon von *Herschel* dem Vater beobachtet waren, hat bis jetzt die geringste Andeutung einer Stellungsveränderung ergeben, die auf eine Bahn bezogen werden könnte; woraus geschlossen werden kann, dass da, wo wirklich in diesen Sternen ein physischer Nexus stattfindet, die Umlaufszeiten nicht wohl unter 20000 Jahren sein können.

Die oben angeführten Beobachtungen haben aber die Wahrscheinlichkeit gezeigt, dass auch noch unter diesen Sternenpaaren eine physische Verbindung stattfindet, ja es lässt sich auf gleiche Weise darthun, dass auch selbst Doppelsternsysteme mit andern Doppelsternsystemen zu einem System höherer Klasse verbunden vorkommen. Hierzu wird es erforderlich sein, zuerst die Vertheilung der Doppelsterne am Himmel etwas näher zu betrachten.

In der Einleitung zu seinem *Catalogus novus* giebt *Struve* das Resultat einer Zählung der Doppelsterne nach Stunden der graden Aufsteigung, innerhalb der von ihm angenommenen Grenzen. Es finden sich, wenn man 24 Stunden in 6 Gruppen vertheilt:

Stunde	0 ^h	93	Doppelst.	4 ^h	148	8 ^h	128	12 ^h	122	16 ^h	124	20 ^h	130
	1	126	-	5	209	9	94	13	83	17	154	21	103
	2	136	-	6	171	10	102	14	116	18	179	22	116
	3	144	-	7	161	11	101	15	109	19	175	23	86
		<u>499</u>			<u>709</u>		<u>425</u>		<u>430</u>		<u>632</u>		<u>435</u>

Diese Ungleichheit wird durch die Milchstrasse veranlasst, in der die Anzahl aller Sterne, mithin auch der Doppelsterne, häufiger ist. Die Ungleichheit würde noch stärker hervortreten, wenn man die Doppelsterne geringerer Grössen mitnehmen wollte, denn das numerische Uebergewicht der Milchstrassensterne tritt desto entschiedener hervor, je geringere Helligkeitsklassen betrachtet werden. Doch zeigen sich auch in der Milchstrasse mehrere Strecken, wo Doppelsterne verhältnissmässig seltner

sind, z. B. die, welche vom Schweife des Schwans durch die Eidechse, den Scepter des Cepheus und die Mitte der Cassiopeja zieht. Im Allgemeinen aber ist die Vertheilung im Grossen nicht so ungleich, dass eine Anwendung des Wahrscheinlichkeitsgesetzes, wie sie oben in Bezug auf die einzelnen Doppelsterne gegeben ist, nicht auch auf die Verbindungen mehrerer Paare unter sich statthaft sein sollte.

Nach Ausschluss der zweimal gezählten, nicht wieder gefundenen, oder als einfach erkannten Sterne des Catalogus, und Hinzufügung der bis 1837 neu entdeckten erhält man 3070 Doppelsterne, vertheilt in dem Himmelsraume von $+ 90^{\circ}$ bis $- 15^{\circ}$ Declination. Untersucht man die Wahrscheinlichkeit, dass dieser zwei Paare innerhalb x Minuten scheinbarer Entfernung auseinander stehen, wenn diese Art der Verbindung nur aus der (zufälligen) Stellung der Erde hervorgeht und die erwähnte Verbindung also eine optische ist, so findet man, ähnlich wie oben:

$$\frac{3070 \cdot 3069}{2} \cdot \frac{\sin^2 \frac{1}{2} x'}{\sin^2 52 \frac{1}{2}^{\circ}} = 0,158x^2,$$

welcher letztere Ausdruck hinreichend genau ist, wenn x nicht auf mehrere Grade steigt. Setzen wir für x nach einander die Werthe $20'$, $10'$, $5'$, $2'$, so findet sich, dass, der Wahrscheinlichkeit nach, optische Verbindungen eines Doppelsternpaares mit einem anderen bei *Struve* vorkommen müssen:

zwischen $20'$ und $10'$	Distanz	47	mal
» 10 und 5	»	12	»
» 5 und 2	»	3	»
innerhalb 2	»	$\frac{1}{2}$	»

Zwar sind die Oerter der Doppelsterne im Allgemeinen noch nicht so genau bestimmt, dass nicht Fehler von 2 bis 3 Minuten zu befürchten wären, wenn man die Distanzen aus den Angaben des Katalogs berechnet; aber dies wird dem Gesamteresultat keinen Eintrag thun. Eine wirkliche Zählung zeigt, dass die erwähnte Verbindung vorkommt:

zwischen 20' und 10' Distanz 50 mal
 „ 10 und 5 „ 20 „
 „ 5 und 2 „ 22 „
 innerhalb 2 „ 19 „

und dass mithin, der Wahrscheinlichkeit nach, unter diesen Verbindungen physische vorkommen:

zwischen 20' und 10' Distanz 3
 „ 10 und 5 „ 8
 „ 5 und 2 „ 19
 innerhalb 2 „ 18 bis 19.

Auch unter diesen Verbindungen zeigen sich vielfache. Die Doppelsterne 950, 951, 952, 3117, 3118 lassen unter sich 10 Verbindungen zu, und die Distanzen sind: 8', 8', 13', 14', 15', 13', 18', 14', 10', 8'. Ein Kreis mit dem Radius 9' umschliesst alle fünf Doppelsternpaare. Das erstere derselben (950) ist 15 Monocerotis und der Hauptstern 6. Grösse.

Vier Paare auf einem Raume von 16' Halbmesser finden sich im Cepheus, und unter ihnen ist ein dreifacher Stern, Nr. 2816 des Verzeichnisses. Dreifache Verbindungen kommen vor zwischen 54, 55 und 56, wo die Distanzen nur 5', 4', 4' betragen; bei 151, 152 und 153, wo sie 1', 8', 8' sind; bei 747, 752 und 754 und noch einigemale.

Der Verbindung des vierfachen Sterns 762 mit dem dreifachen 761 (im Orion) bei 4' Distanz ist bereits obengedacht, so wie der beiden Doppelsterne ϵ und 5 Lyrae, welche die hellsten unter den hierher gehörigen sind. — Mehrmals finden sich zwischen solchen Gruppen einzelne Sterne von ausgezeichneter Helligkeit.

Eben so ist die völlig oder doch sehr nahe gleiche Grösse der einzelnen Sterne in solchen Verbindungen merkwürdig. In 757 und 758 (Distanz 1') sind sämtliche 4 Sterne 8^m; in 1386 und 1387 (Distanz 3') gleichfalls; bei der dreifachen Combination 1091, 1092, 1096 sind 5 Sterne 8^m und einer 9^m. In 1974 und 3128 (Distanz 3') sämtliche Sterne 9^m. Auch symmetrische

Combinationen sind nicht selten: 268 und 270 (Distanz 13') sind 7^m , 8^m und 7^m , 8^m ; bei 617 und 618 (Distanz 4') findet sich $8^m,5$; $8^m,5$ und $7^m,5$; $7^m,5$. Die Doppelsterne 1398 und 1400 (3' Distanz) sind $7^m,5$; 10^m und $7^m,5$; 10^m . Aehnliches findet statt bei 2531 und 2532 (Distanz 8'), Sterne $8^m,5$; 10^m und $8^m,5$; 10^m ; und bei 2709 und 2710 (Distanz 4') zeigen sich 8^m ; 10^m und 8^m ; 10^m .

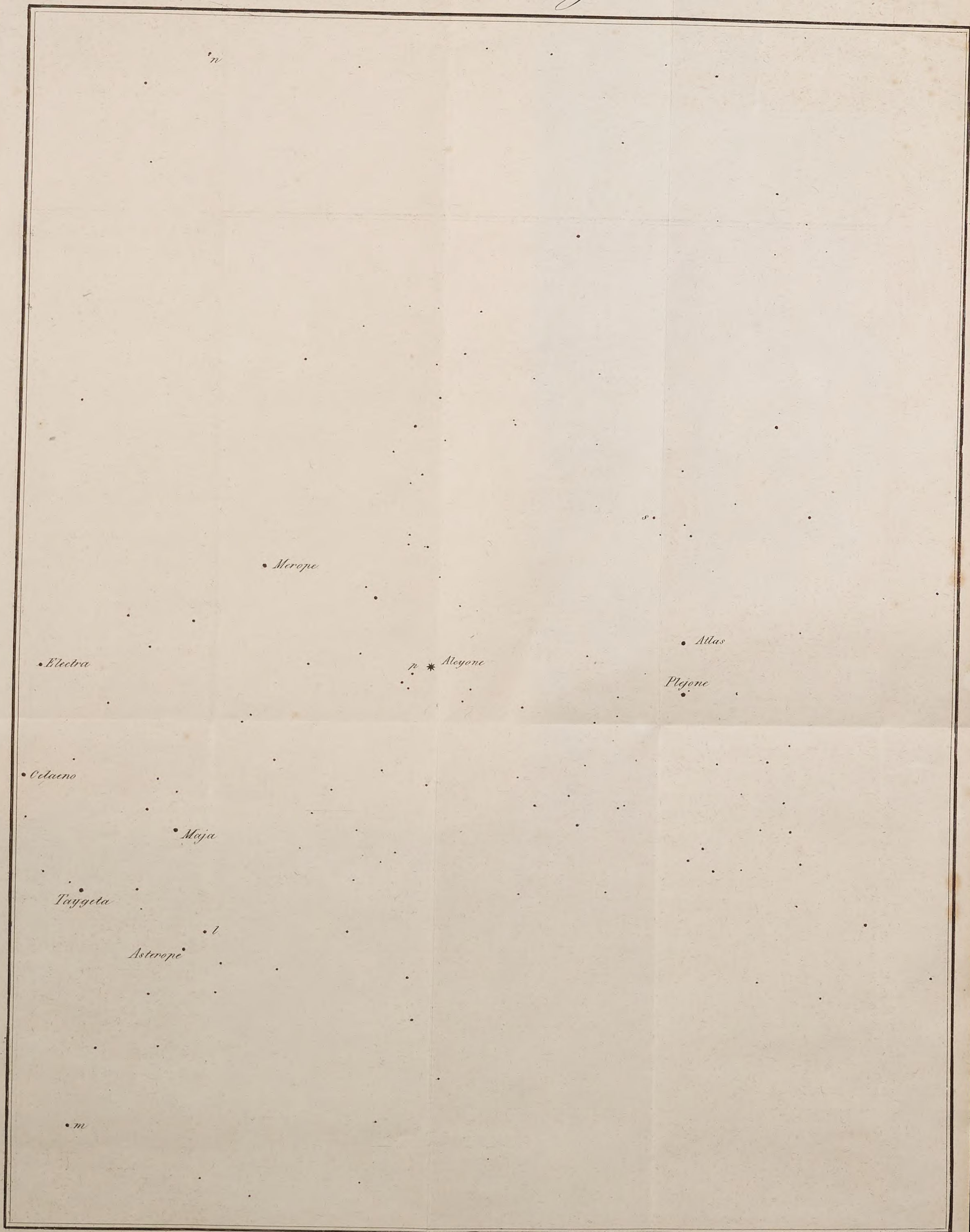
Es deutet also Alles darauf hin, dass wir unter diesen Verbindungen Systeme höherer Ordnung zu suchen haben: Doppelsternpaare, die um andre Doppelsternpaare kreisen und Partialgruppen in dem allgemeinen Heere des Fixsternhimmels darstellen. — Die specielle Entscheidung wird am sichersten durch Untersuchung der eignen Bewegungen möglich sein, um so mehr, als die Bewegung, die eine Folge der physischen Verbindung ist, hier nur eine äusserst langsame, erst nach mehreren Jahrhunderten oder Jahrtausenden bemerkbare sein kann. Bis jetzt können nur ϵ und 5 Lyrae als solche aufgeführt werden, deren eigne Bewegung sicher bekannt ist, und wir erhalten nach *Argelander*:

Eigne Bewegung in AR.	in Decl.
für 5 Lyrae $+ 0'',011$	$+ 0'',085$ jährlich
ϵ Lyrae $+ 0,006$	$+ 0,070$
Differenz $0'',005$;	$0'',014$:

Hinreichend übereinstimmend, um die eigne Bewegung in beiden Paaren als gleich und ihren Nexus als einen physischen höherer Ordnung zu betrachten. Hoffentlich werden wir bald im Stande sein, die Frage noch für mehrere dieser Gruppen zu entscheiden.

Druck von J. Petsch in Berlin.

Gruppe der Plejaden.



Empfehlenswerthe Werke

aus dem Verlage von **Carl Heymann** in **Berlin**.

Historisch-geographischer Atlas von Europa von Fischer und Streit.
2 Bde. gr. 8. Nebst Atlas in quer gr. 4. mit 82 Folio-Karten. Preis 4 Thlr.

Vierzehn Stahlstiche z. Becker's Weltgeschichte. Nach Originalzeichn.
Stahlstiche von berühmten Künstlern. In sauberem Umschlag. gr. 8. 1 Thlr. 4 Sgr.

Neun Stahlstiche zu Rotteck's Weltgeschichte. Nach Originalzeichnung.
Stahlstiche von berühmten Künstlern. gr. 8. 1 Thlr. 5 Sgr.

Stahlstiche zu F. H. Schlosser's Weltgeschichte für das deutsche Volk.
In Lieferungen, jede 2 Stahlstiche enthaltend. In Umschlag. gr. 8. à 5 Sgr.

Hauswirthschaftliches Tagebuch für Damen. Für alle Tage im Jahre.
Velinschreibpapier. gr. 4. cart. 15 Sgr.

Der Landschaftler, von Julius Tempelton. Reihenfolge von Vorlegebl.
Vom Umriss bis zur vollendeten Ausführung. 6 Hefte. gr. quer 4. cart. 2 Thlr.

Kurzgefaßte englische Sprachlehre nach neuer Methode, von Dr. Wolff.
Zum Schul- u. Selbstunterricht in 52 Lehrstunden eingetheilt. 2 Theile, jeder 15 Sgr.

Crato, von Franz Freiherrn von Gaudy. Neue Ausgabe.
br. 1 Thlr.

Schildsagen, Poesieen von Franz Freiherrn von Gaudy.
Nebst Wappenabbildungen. 8. cart. 1 Thlr.

Neugriechische Volksgesänge von Dr. Firmenich. Orig. u. Uebers.
In Zusammenstellung mit den altgriechischen Volksliedern. 8. br. 25 Sgr.

Dichterhalle. Auswahl aus Deutschlands Dichtern der Gegenwart.
Neue vermehrte Auflage. kl. 8. eleg. cart. 1 Thlr.

Der Führer auf dem Lebenswege, in klassischen Lehren der Moral.
Ein Geschenk für jedes Alter u. Geschlecht. Von Dr. F. Reiche. Vierte Aufl. geb. 1 Thlr. 5 Sgr.

Skizzen zur Kunstgeschichte der modernen Medaillen-Arbeit.
(1429—1840). Von H. Volzenthalt. Mit 30 Kupfertafeln. Cart. 4 Thlr. 15 Sgr.

Der prakt. Zahnarzt od. kurzgefaßte Lehre d. ges. Zahnarznei-Wissenschaft.
Nach den besten Quellen und eigenen Erfahrungen dargestellt v. G. Blum. broch. 1 Thlr.

Andachts- und Erbauungsbuch für Freunde des wahren Christenthums.
In Predigten von Ph. Jac. Spener. 2 Bde. geb. 2 Thlr.

Kurzgefaßte tabell. Anweis. z. Behdlg. plötzlich eintretender Lebensgefahren.
2 Tabellen in gr. Folio. cart. 12 Sgr.

Das ewige Leben, od. Unsterblichkeit, Himmel, Hölle, Rückerinnerung und Wiedersehen Jenseits. Allen Unbefangenen zur Beherzigung u. Würdigung.
Von J. M. Scholand. broch. 1 Thlr. 7½ Sgr.

Der Mensch und die Erziehung.

Eine Sammlung v. Kernsprüchen bewährter Schriftsteller f. Erzogene u. Erzieher, gesammelt
von Eusebius Schmidt. geb. 20 Sgr.

**Die Kurorte Marienbad, Carlsbad u. Rissingen in ihren Heilwirkungen
auf Unterleibskranke.**

Von Dr. M. Strahl. broch. 20 Sgr.

Mädler, Johann Heinrich <<von>>,

Über die Fixsterne im allgemeinen und die Doppelsterne insbesondere nebst
einer Sternkarte

Berlin 1849

Bamberg, Staatsbibliothek -- Astr.o.75

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11424278-2